

Der Einfluß von Elektrostimulation
am Katzenohr auf die
insulinstimulierte Magensekretion

Djoenaidy Suryatanto

1982

Aus der Chirurgischen Poliklinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. F. Holle

Der Einfluß von Elektrostimulation am Katzenohr
auf die insulinstimulierte Magensekretion

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Djoenaidy Suryatanto

aus

Madiun/Indonesien

1982

Mit Genehmigung der Universität München

Berichterstatter: Professor Dr. W. Brückner

Mitberichterstatter: Professor Dr. F. Holle

Dekan: Professor Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 09. März. 1982



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. <u>Einleitung</u>	2
2. <u>Physiologische Grundlagen</u>	4
3. <u>Material und Methoden</u>	7
3.1. Versuchstiere	
3.2. Versuchsdurchführung	
3.3. Elektrostimulation	
3.4. Auswertung	
4. <u>Ergebnisse</u>	12
4.1. Einzelwerte	
4.2. Mittelwertberechnung	
4.3. Betrachtung des gesamten Versuchsverlaufs	
4.4. Katzenspezifische Auswertung	
4.5. Zusammenfassende Auswertung	
5. <u>Diskussion</u>	32
6. <u>Zusammenfassung</u>	36
7. <u>Anhang</u>	38
1. Teil: Abbildungen	
2. Teil: Einzelwerte und Tabellen	57
8. <u>Literaturverzeichnis</u>	73

1. Einleitung

Die Elektrostimulation von Akupunkturpunkten soll zur Einsparung von Narkosemitteln in der Anaesthesie führen (OTT). Als Erklärung läßt sich heranziehen, daß z. B. in der Physikalischen Medizin die Elektrotherapie schon seit langem eingesetzt wird bei der Behandlung von akuten Schmerzzuständen (DREXEL), indem die Nervenimpulsmuster durch die überlagerte Elektrotherapie so gestört werden, daß die Schmerzempfindung nicht angesprochen wird. Allerdings werden dabei in der Physikalischen Medizin die Elektroden nicht an Akupunktur-Punkten angesetzt, sondern aus anatomischen Überlegungen heraus möglichst nahe an sensorischen Nervenbahnen.

Solche Effekte sollen aber auch möglich sein, wenn sogar lediglich im Ohr bestimmte Punkte gereizt werden (KÖNIG, WANCURA). Hier wird das Indikationsverzeichnis sogar noch erweitert; u.a. soll auch eine Beeinflussung des endokrinen Stoffwechsels möglich sein, wenn bestimmte Regionen gereizt werden. Tierexperimentell hat DOPFER-HUCHATZ gefunden, daß sich nach Elektrostimulation am Katzenohr der pH-Wert, der rH-Wert und der spezifische Widerstand im Katzenblut signifikant verändert. Wenn auch in dieser Arbeit einige Unklarheiten zu finden sind (SZABOLCS), so waren doch die Ergebnisse Anlaß genug, zu untersuchen, ob sich die durch Elektrostimulation bewirkten Veränderungen im Katzenblut auch in einem anderen System wiederfinden ließen, das in ähnlich vielfältiger Weise endokrin beeinflusst werden kann, nämlich im Magensaft der Katze. In einer ersten Arbeit (SZABOLCS) haben wir dazu im wesentlichen die Pentagastrin-stimulierte Magensekretion mit und ohne Elektrostimulation untersucht, wobei zu verschiedenen Zeiten sowohl v o r als auch n a c h der Pentagastrininjektion elektrostimuliert und der Verlauf von

Magensaftvolumen, Säurekonzentration und Säureproduktion erfaßt wurde. Insgesamt erwiesen sich aufgetretene Unterschiede bei Anwendung strenger statistischer Signifikanzprüfungen nicht als überzufällig.

Diese Art der Stimulierung einer funktionellen Magensekretion hat die gastrale Phase der Sekretion zum Ansatzpunkt. Demgegenüber ist es denkbar, daß es über nervale Bahnen (kephale Phase) eine stärkere Beeinflussung durch Elektrostimulation gibt. Hierzu wurden bereits früher von uns Vorversuche durchgeführt (SZABOLCS).

Meine Aufgabe war es, mit neuen Versuchen solche denkbaren methodischen Mängel zu vermeiden. Zugunsten exakter Versuchsdurchführung im Einzelfall sollte auf eine Vielzahl von Wiederholungsversuchen verzichtet werden. Außerdem wurde die Fragestellung, ob im Vergleich zu Kontrollversuchen (nur Insulininjektion) eine zusätzliche nachträgliche Elektrostimulation die Magensekretion beeinflusst.

2. Physiologische Grundlagen

Die Regulation der Magensekretion verläuft unmittelbar vor, während und nach einer Nahrungsaufnahme.

Diese Sekretionsmechanismen werden eingeteilt in:

- Kephalische Phase:
 - 1. direkt-vagale Phase
 - 2. vagal-antrale Phase
- Gastrische Phase:
 - 3. lokal-antrale Phase
 - a) chemische Stimuli
 - b) mechanische Stimuli
- Intestinale Phase:

Während der kephalischen Phase führen Reize verschiedener peripherer Rezeptoren unter Vermittlung des ZNS und des N. Vagus zu einer Stimulation der Magensekretion. So kann diese z. B. durch das Geruchs- und Geschmacksempfinden (unbedingte Reflexe) oder auch psychische Erregung (bedingte Reflexe) stimuliert werden. Diese Zusammenhänge wurden von PAVLOV 1895 untersucht.

Die Erregung des N. Vagus führt nach Umschaltung in der Magenwand zu einer Freisetzung von Acetylcholin, welches die Belegzellen und Hauptzellen direkt stimuliert (direkt-vagale Phase). Außerdem bewirkt Acetylcholin eine Freisetzung von Gastrin aus den G-Zellen des Antrums (vagalantrale Phase).

Durch Injektion von Insulin (z. B. 0,2 I.E./kg Körpergewicht) kann eine plötzliche Hypoglykämie ausgelöst werden, was zur Reizung des ZNS, des N. Vagus und zu einer Stimulation der Magensekretion führt.

Die gastrale Phase wird eingeleitet durch die mechanische Dehnung des Antrums, sowie durch die Anwesenheit von Aminosäuren, Dipeptiden oder Alkohol, was zu einer Freisetzung von Gastrin aus den G-Zellen führt (REIN-SCHNEIDER). Durch eine Applikation von Pentagastrin, dessen Aminosäuresequenz der des aktiven Zentrums des Gastrinmoleküls entspricht, kann eine direkte Stimulation auf die Belegzellen hervorgerufen werden, was sich in einer vermehrten Säuresekretion äußert. Dieser Effekt wird diagnostisch ausgenutzt.

Bei der intestinalen Phase kann der Übertritt von nicht saurer Nahrung eine Stimulation der Magensekretion bewirken. Dies beruht vermutlich auf eine Freisetzung von Gastrin aus den G-Zellen des Duodenums.

Wenn saurer Chymus in das Duodenum gelangt, kommt es zur Freisetzung von Sekretin aus der Duodenalschleimhaut, was sich hemmend auswirkt. Die gleiche hemmende Wirkung haben auch Glukagon, G.I. P. oder V.I.P. (REIN-SCHNEIDER).

Die intestinale Phase ist für etwa 10 % der Gesamtsekretion verantwortlich (HOLLE).

Bei der Elektrostimulation an der Innenfläche der Ohrmuschel, die vom N. Vagus innerviert wird (NICKEL-SCHUMMER-SEIFERLE), wird das Nervenimpulsmuster durch den applizierten elektrischen Reizstrom überlagert.

Bei der Erkrankung innerer Organe finden sich an der Ohrmuschelhaut Veränderungen, die sich durch erhöhte Sensibilität und Permiabilität, verringerter elektrischer Hautwiderstand, Schuppung und Rötung äußern.

Durch eine Reizung bestimmter Bereiche der Ohrmuschel, kann eine Schmerzausschaltung erreicht werden, sowie eine Stabilisierung des Kreislaufes bei Operationen, Bekämpfung von Entzündungen, Schock und Schmerz. Da der Magen ebenfalls vom N. vagus innerviert wird, ist es anzunehmen, daß sich durch Reizung bestimmter Punkte am Ohr eine Auswirkung auf die Magensekretion feststellen läßt.

3. Material und Methodik

3.1. Versuchstiere

Es standen 3 gesunde Katzen des Tierstalls der Chirurgischen Poliklinik der Universität München zu Verfügung, an denen je 8 Versuche vorgenommen wurden. Um eine systematische Beeinflussung nachfolgender Versuche durch den jeweils vorhergehenden soweit wie möglich auszuschließen, wurde die Reihenfolge der Therapieformen nach einem Zufallsschema permutiert. Außerdem lagen zwischen je 2 Versuchen immer mehrere Ruhetage, wie die Tabelle 1 aufweist:

Tab. 1: Versuchsplan (I = nur Insulininjektion,
I + E = zusätzlich Elektrostimulation
am Katzenohr)

Versuchstag	1	5	14	23	50	57	63	70
Therapie	I	I	I+E	I	I+E	I+E	I	I+E

Die Katzen waren 2 - 3 Jahre alt, ihr Gewicht betrug etwa 3,5 kp (3 500 N), Zur Vorbereitung war den Tieren ca. Wochen zuvor eine Magenfistel angelegt worden (Operation: Prof. Dr. med. W. BRÜCKNER):

Mediane Oberbauchlaparotomie (ca. 3 cm lang) - Eventeration - Gastrotomie im Magenvorderwandbereich (Übergang Corpus - Antrum in Nähe der großen Kurvatur) - Einsetzen einer Kunststoff-Fistel - Verschuß der Gastrotomie (Tabaksbeutelnaht) - Wundverschuß.

Die Operationsdauer betrug ca. 15 min.

3.2. Versuchsdurchführung

Die Nahrungskarenz vor einem Versuch betrug 12 Stunden. Nach Einfangen der Tiere wurde sie mit 0,2 ml ROMPUN (BAYER) UND 0,4 ml VETELAR (MERCK) narkotisiert. Der Fistelkanal wurde gereinigt und das Versuchstier in Seitenlage fixiert. Anschließend wurde alle 15 min das graduierte Reagenzglas gewechselt, in dem bis dahin der Magensaft gesammelt worden war. Auf diese Weise erhielten wir zunächst 2 Proben, die über die Basalsekretion Aufschluß gaben. Anschließend wurde sorgfältig in eine Beinevene 1 EH Altinsulin (HOECHST) pro Kilogramm Körpergewicht injiziert und weitere 2 Proben gesammelt. Am 1., 5., 23. und 63. Kalendertag (gerechnet ab Versuchsbeginn: 24. Okt. 1979) erfolgte auch während der anschließenden 8 Proben-Sammlungen keine Veränderung in der Therapieform, am 14., 50, 57. und 70. Versuchstag (s. Tab. 1) blieb hingegen die Elektrostimulation während der letzten 2 Stunden eines Versuches ständig eingeschaltet.

Nach einem Versuch wurden die Katzen in ihren Käfig zurückgetragen, wo sie später aus der Narkose erwachten.

3.3. Elektrostimulation

Zur Elektrostimulation stand ein Gerät der Fa. SVESA-Elektronik, München, zur Verfügung. Über eine rostfreie Stahlnadel wurden ca. 0,8 mA (Effektivwert) in das linke Katzenohr geleitet; als Gegenelektrode diente ein Anschluß an das rechte Katzenohr (bilateral). Die Gleichstromimpulse hatten lt. Herstellerbeschreibung Rechteckform mit gleich langen Impuls- und Pausendauern und einer Impulsfrequenz von 50 Hz.

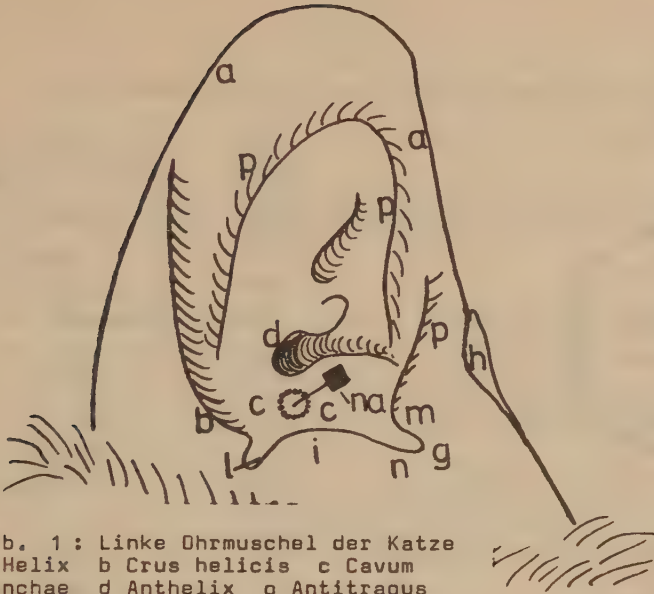


Abb. 1: Linke Ohrmuschel der Katze
a Helix b Crus helicis c Cavum
conchae d Anthelix g Antitragus
h Hauttasche i Tragus l Sulcus
auriculæ post. m Plica antitragica
na Nadel für Elektrostimulation
p Hautlängsfalten

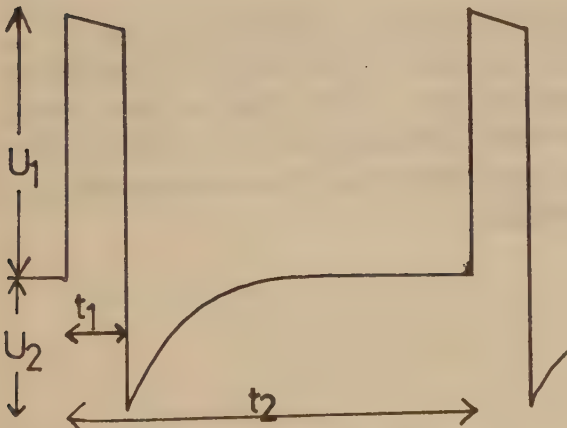


Abb. 2: Impulsmuster des stimulierenden Wechselstroms
 U_1 = Spitzenspannung positiv
 U_2 = Ausgleichsspannung negativ
 t_1 = Impulsdauer
 t_2 = Periodendauer ($1/\text{Frequenz}$)

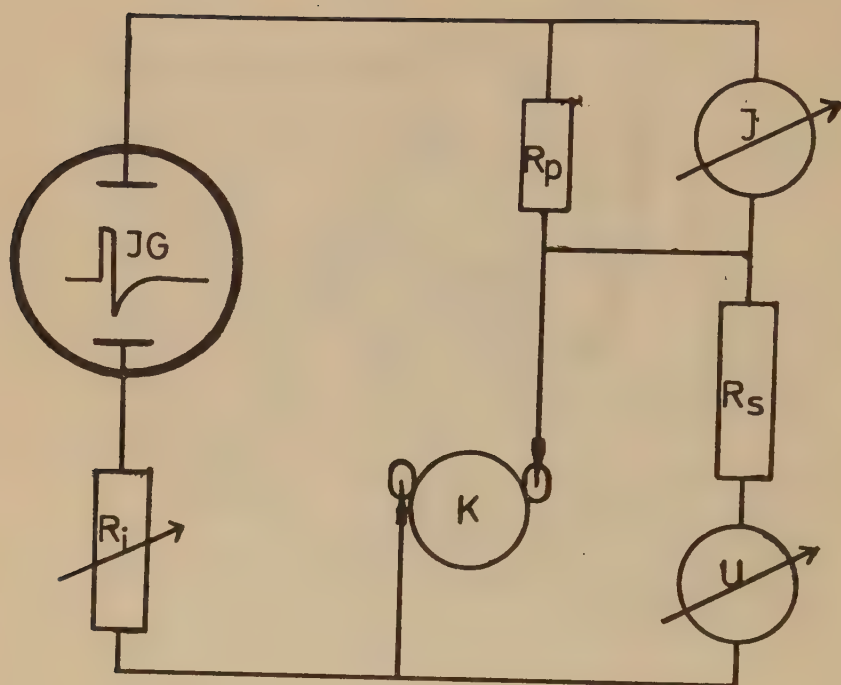


Abb.3. Schaltskizze der Anordnung zur elektrischen Stimulation des Katzenohres
JG=Impulsgenerator R_i =Innenwiderstand
 R_p =Parallelwiderstand des Strommeßgerätes J
 R_s =Serienwiderstand des Spannungsmeßgerätes U
K=Kopf der Katze

3.4. Auswertung

Aus dem in Reagenzgläsern aufgefangenen Magensaft wurde bestimmt:

- 1) Volumen (ml)
- 2) pH-Wert; hieraus ließ sich mit einer Tabelle von BAUER die Säurekonzentration (meq/l) ermitteln.
- 3) Aus 1) und 2) erhält man unter Benutzung der Formel:
$$c = \text{Säuremenge} / \text{Volumen die } \underline{\text{Gesamt-Säuremenge}} \text{ (meq)}.$$
- 4) Gesamt-Pepsin (μg).
- 5) Aus 2) und 4) erhält man den Säure/Pepsin-Quotienten.
- 6) Aus 1) und 4) erhält man unter Benutzung der Formel:
$$c = \text{Gesamt-Pepsin} / \text{Volumen die } \underline{\text{Pepsinkonzentration}} \text{ (}\mu\text{g/l)}.$$

Diese Meßwerte wurden nach

- Erfassungszeitpunkt (1 bis 12)
- Versuchstier (1-3)
- Behandlungsart (I bzw. I+E)
- Wiederholungsversuch (1-4)
- Meßgröße (1-6)
- Versuchstag (1-70)

geordnet, abgelocht und mit der Datenverarbeitungsanlage TR 440 des LEIBNITZ-Rechenzentrums der Bayerischen Akademie der Wissenschaften mit statistischen Programmen von DIXON und KLEINSCHMIT ausgewertet.

4. Ergebnisse

Im Anhang sind die Abbildungen und die meisten Tabellen angeführt, auf die im folgenden Bezug genommen wird.

4.1. Einzelwerte

In den Tabellen 2 bis 9 sind die ermittelten Einzelwerte wiedergegeben. Tab. 10 gibt daraus - getrennt für jede der drei Katzen und jede Meßgröße - die beobachteten Minimal- und Maximalwerte wieder. Dabei wurde noch unterschieden zwischen der Versuchsphase ohne jeglichen Therapieeinfluß (Basalsekretion) und den Versuchsphasen mit bzw. ohne zusätzliche Elektrostimulation. Außerdem wurde aus den jeweils 8 Versuchen mit je 2 Basalwerten für jede Katze der Mittelwert berechnet, um die mittlere Ausgangssituation zu kennzeichnen. Man erkennt daraus, daß nicht nur von Katze zu Katze, sondern auch von Wiederholungsversuch zu Wiederholungsversuch große Streuungen auftraten.

Um orientierend zu erfahren, ob sich die zusätzliche Elektrostimulation fördernd oder hemmend auf die nach Insulininjektion erreichbare maximale Sekretion auswirkt, kann man die innerhalb der jeweils 4 Wiederholungsversuche erreichten Maxima bei jeder Behandlungsart miteinander vergleichen. Damit umgeht man die Schwierigkeit, entweder willkürlich nur einen der 4 Versuche I mit - ebenfalls willkürlich - einem der 4 Versuche I+E vergleichen zu müssen oder - korrekter, aber weniger anschaulich - jeden der 4 versuche I mit j e d e m der 4 Versuche I+E unter Berücksichtigung aller möglichen Permutationen in insgesamt 10 Vergleichen pro Katze in Beziehung zu setzen.

Für die einzelnen Meßgrößen erhält man damit folgendes Ergebnis (Tab. 11):

Tab. 11 Qualitative Auswertung der Maximalwerte

	Katze I	Katze II	Katze III
Volumen	-	+	+
Säure-Konzentration	-	+	+
Säuremenge	-	-	+
Gesamt-Pepsin	-	-	-
Säure-Pepsin-Quotient	-	-	-
Pepsin-Konzentration	-	-	-

Mit "+" wird symbolisiert, daß der maximale Meßwert aus 4 Wiederholungsmessungen bei zusätzlicher Elektrostimulation höher war als der maximale Meßwert, der in den 4 I-Versuchen zu beobachten war. Man erkennt, daß lediglich bei den Pepsinmessungen einheitlich für alle 3 Katzen die zusätzliche Elektrostimulation sich hemmend auszuwirken scheint, während bei den übrigen Meßgrößen je eine von den 3 Katzen ein entgegengesetztes Verhalten zu den übrigen zeigt.

Es sind hier von vornherein auf diese qualitative Weise keine statistischen Aussagen möglich; für rein zufällig in 50 % aller Fälle zu erwartende "+" bzw. "-" würde nämlich z.B. auch noch bei 6 Katzen und 100 %-iger Übereinstimmung, d.h. 6 x "+" oder 6 x "-", die Irrtumswahrscheinlichkeit immer noch größer als 0.05 sein. Dennoch kann bereits umgekehrt aus den Nicht-Übereinstimmungen geschlossen werden, daß nur noch bei quantitativ großen Unterschieden und relativ kleinen Streuungen ein überzufälliger Effekt erwartet werden kann.

Hierzu wurden die nächsten Auswertungsschritte unternommen.

4.2. Mittelwertberechnungen

Die einer Einzelwertbetrachtung entgegengesetzte Auswertungsart besteht darin, durch Mittelwertbildung aus vielen - von zahlreichen Einflüssen variierten - Einzelwerten zu erreichen, daß sich unerwünschte Zufallseinflüsse insgesamt aufheben. Mit dieser Absicht wurden daher die den Abb. 4 bis 9 zugrunde liegenden Mittelwerte aus jeweils 12 Einzelversuchen berechnet und im Zeitverlauf dargestellt.

Beim t-Test, mit dem geprüft werden kann, ob sich je zwei Mittelwerte nur zufällig voneinander unterscheiden oder nicht, wird in Tab. 12 - 16 die Differenz der Mittelwerte auf eine Streuung aus insgesamt 2×12 Einzelwerten bezogen. Das Ergebnis dieses statistischen Tests ist - getrennt für jeden Meßzeitpunkt und jede Meßgröße - in den Tab. 12 bis 16 zusammen mit den Mittelwerten und den Standardfehlern des Mittels wiedergegeben.

Sind außer Zufallseinflüssen, die sich im Mittel gegenseitig aufheben, jedoch auch noch systematische Einflüsse vorhanden, so könnten diese beim t-Test zu einer Vergrößerung der Streubreite gegenüber einer reinen Zufallsstreuung führen. Mit der Varianzanalyse kann man prüfen, ob solche systematischen Streuungsanteile berücksichtigt werden müssen oder nicht. Daher ist in den Tab. 12 - 16 auch noch jeweils das Ergebnis von einfachen Streuungsanalysen für die Einflußfaktoren:

- Unterschied zwischen den Individuen (Katzen) und
 - Unterschied zwischen den Behandlungen
- angeführt.

Um sich auch größenordnungsmäßig ein Bild von der quantitativen Bedeutung dieser Einflußfaktoren zu verschaffen, sind in Tab. 12 - 16 nicht nur die statistischen Prüfwerte (F-Wert mit Signifikanzniveau), sondern auch die Durchschnittsquadrate angeführt und zum Vergleich den Durchschnittsquadra-

ten für den als Zufallsfaktor interpretierbaren Einfluß
- Unterschied von Wiederholungsversuch zu Wiederholungs-
versuch
gegenübergestellt.

Damit läßt sich die Frage nach den durch die unterschied-
lichen Therapieformen I bzw. I + E qualitativ (Abb. 4 - 9)
und quantitativ (Tab. 12-16) beantworten.

4.2.1. Volumen (in ml)

Im Unterschied zu früheren Untersuchungen ist nunmehr der Beobachtungszeitraum ausreichend lang, um den Insulin-be-
dingen Anstieg (nach ca. 1,5 h und damit noch immer deut-
lich später als von Rothfelder angegeben) und den an-
schließenden Wiederabfall zu erfassen (Abb. 4). Demnach lag
auch der Grund für den fehlenden Insulineffekt in den eige-
nen früheren Untersuchungen tatsächlich - wie bereits ver-
mutet - in der zu langen Vorperiode zu Lasten einer zu kur-
zen Versuchsperiode.

Insgesamt scheint die Elektrostimulation(= : E-Meßreihe)
den Anstieg etwas zu beschleunigen, wobei dann über einen
längeren Zeitraum (0,5 bis 1 h) ein etwas niedrigeres Pla-
teau eingehalten wird gegenüber der reinen Insulinbehandlung
(= : I-Meßreihe).

Mit dem t-Test (Tab. 12) ergeben sich nur gegen Ende der Ba-
salsekretion und nach dem Wiederabfall (Letzter Beobach-
tungszeitpunkt) formal "signifikante" Unterschiede (2 p
0,05); dabei ist zu berücksichtigen, daß hier (wie im Fol-
genden) zu 12 Zeitpunkten unabhängig voneinander dieser
statistische Test durchgeführt wurde. Bei einer Irrtums-
wahrscheinlichkeit von 5 % ist von vornherein bei 20 Ver-
gleichen etwa 1 x rein zufällig ein "signifikanter" Unter-

$\times 10^{-1}$

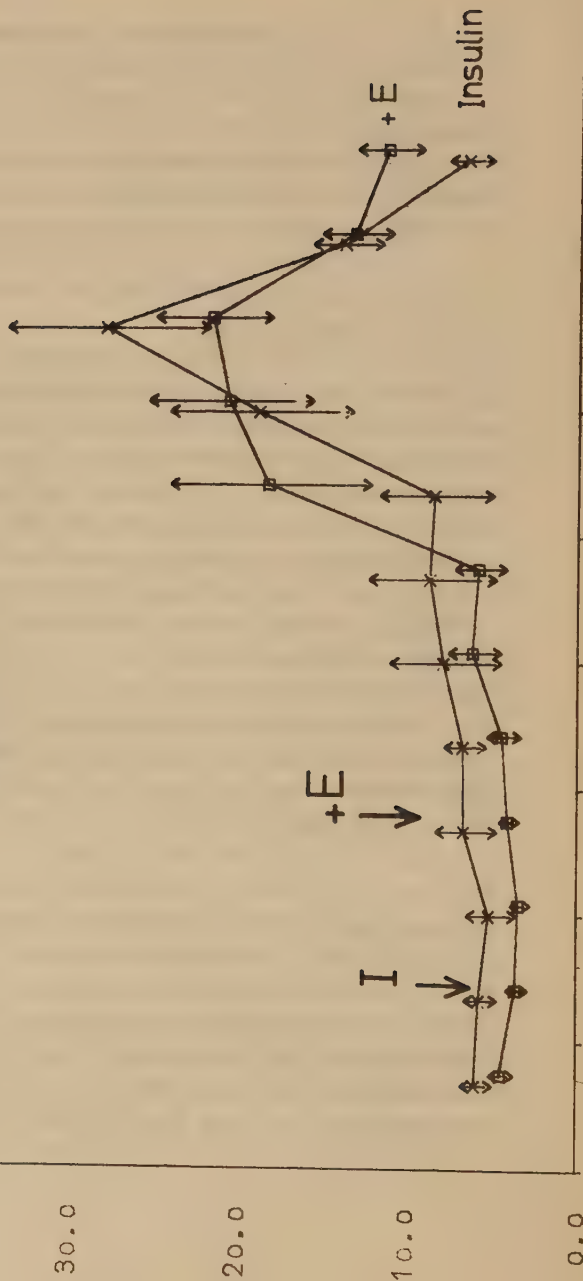
ml

Y

Abb.4: Veränderung des Magensaftvolumens nach Insulin- und Elektrostimulation (n = 12)

VOLUMINA

I = Insulininjektion
+E = Insulin und Elektrostimulation



schied zu erwarten, so daß tatsächlich aufgetretene signifikante Unterschiede entsprechend vorsichtig interpretiert werden müssen.

Mit dem F-Test bei einfacher Streuungszzerlegung kommt man zum gleichen Ergebnis; hierbei wurde wiederum jeder Meßzeitpunkt unabhängig voneinander betrachtet, so daß auch hier die erwähnten formal-statistischen Vorbehalte gelten.

4.2.2. Säurekonzentration (in meq/l)

In Abb. 5 ist ebenfalls eine Zeitverschiebung bezüglich des Anstiegs zu erkennen (beschleunigt bei zusätzlicher Elektrostimulation), Außerdem werden höhere KONzentrationenwerte bei Elektrostimulation erreicht. Dies würde schon dann eintreten, wenn bei gleichbleibender Säuremengenproduktion das Sekretionsvolumen abnimmt, was in Abb. 4 zu sehen war.

Mit dem t-Test ist zu keinem Meßzeitpunkt, mit dem F-Test ebenfalls zu keinem Zeitpunkt bei einfacher Varianzanalyse ein überzufälliger Unterschied zu sehen (Tab. 13).

4.2.3. Gesamt-Säuremenge (in meq)

Insgesamt überdecken sich in Abb. 6 beide Kurven, wobei 1 Stunde nach Elektrostimulation die Sekretion höher liegt als im reinen Insulinversuch.

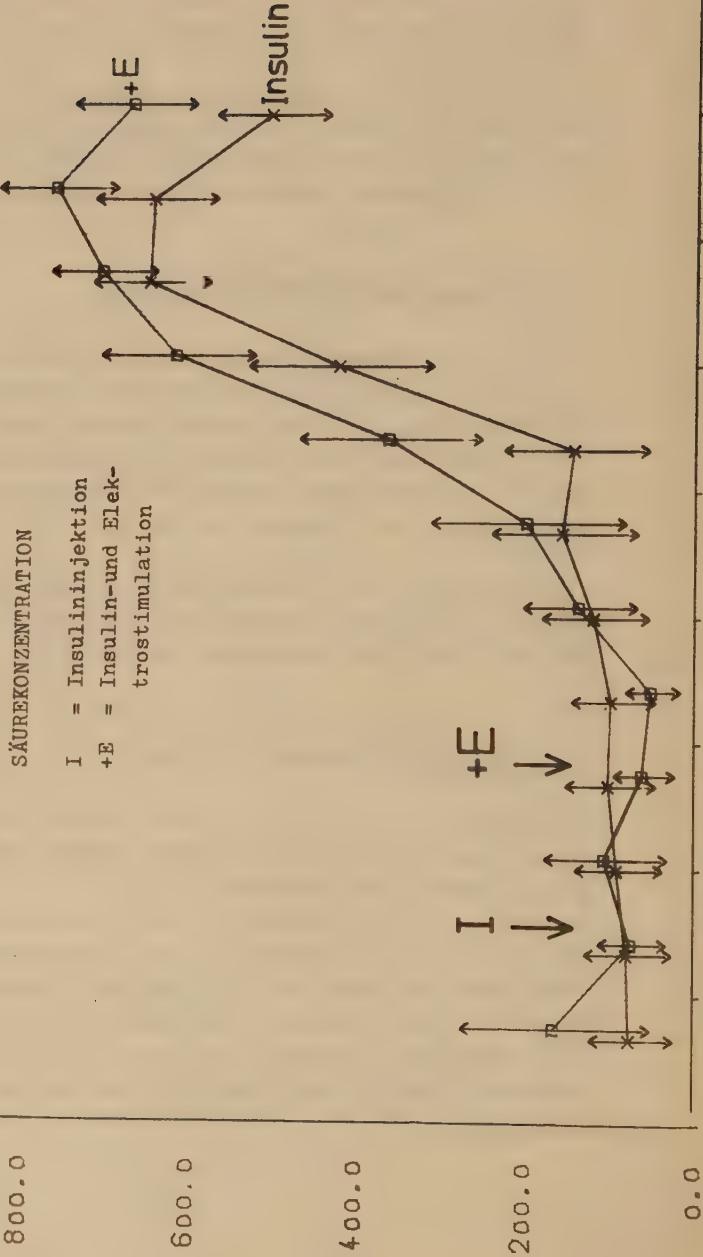
Nur zum Schluß (Zeitpunkt 12 = ca. 3 h nach Versuchsbeginn = 2,5 h nach Insulin-Injektion = 2 h nach Beginn der Elektrostimulation) gibt es mit t-Test und Varianzanalyse/F-Test einen signifikanten Unterschied (Tab 14): wie bei der Gesamtsekretion liegt der Mittelwert in der E.-Meßreihe noch höher als in der I-Meßreihe, was für ein verzögertes Abklingen der Reaktion sprechen würde.

$[\times 10^{-1}]$
 $\mu\text{eq/ml}$

Y

KL

Abb. 5: Veränderung der Säurekonzentration nach Insulin- und Elektrostimulation (n = 12)



$[\times 10^3]$
 μeq

KL

Y

2500.0

2000.0

1500.0

1000.0

500.0

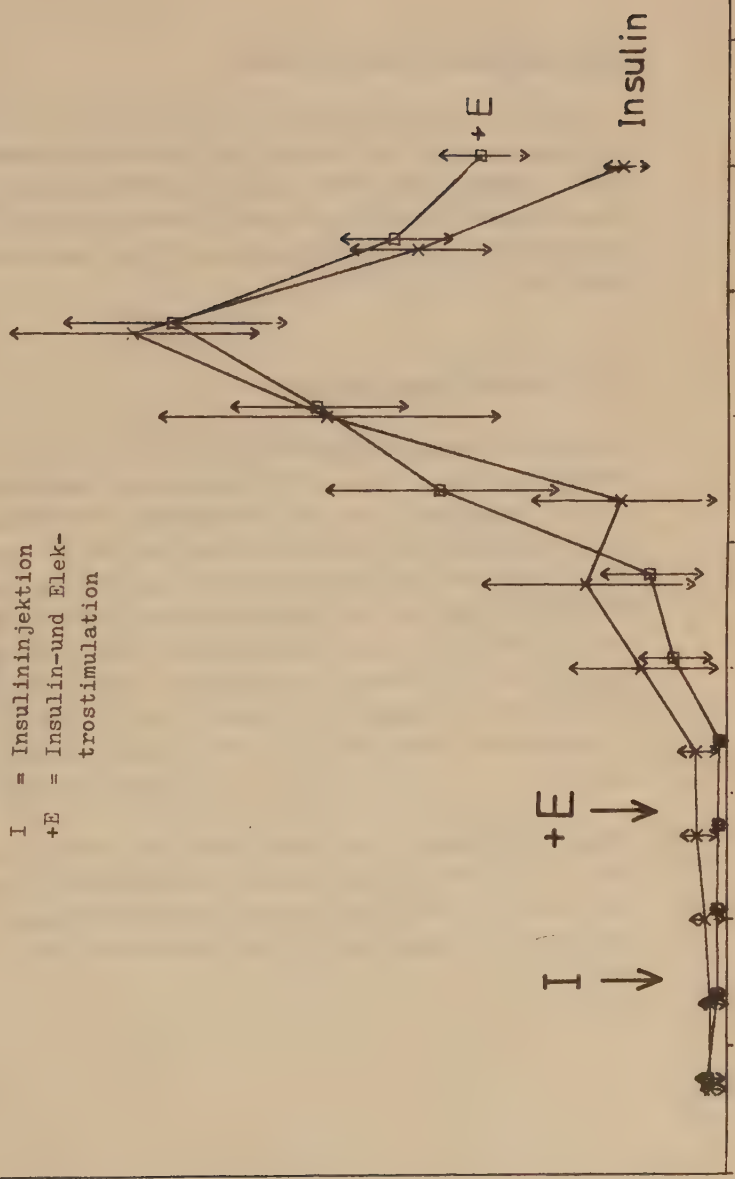
0.0

Abb.6: Veränderung der Gesamt-Säuremenge nach Insulin- und Elektrostimulation (n = 12)

GESAMT-SÄUREMENGE

I = Insulininjektion

+E = Insulin-und Elektrostimulation



4.2.4. Gesamt-Pepsin (in μg)

In Abb. 7 ist der Anstieg bei zusätzlicher Elektrostimulation beschleunigt und bleibt bei Beobachtungsende (letzter Meßzeitpunkt) noch höher als in der I-Meßreihe. Zu keinem Meßzeitpunkt können jedoch die Unterschiede mit dem t-Test oder der einfachen Varianzanalyse/F-Test gesichert werden (Tab. 15).

4.2.5. Säure/Pepsin-Quotient

Nachdem in der Anfangsphase (Basalsekretion und 30 min nach Insulin-Injektion) nur relativ geringe Mengen an Säure (s. Abb. 6) und Pepsin (s. Abb. 7) sezerniert werden, machen sich die unvermeidlichen Meßfehler in Abb. 8 besonders stark bemerkbar und führen damit zu großen Streuungen. Zumindest bleiben in der Reaktionsphase (etwa 45 min nach Insulininjektion bis Beobachtungsende) noch genügend Zeitpunkte übrig für einen Vergleich mit geringeren Unterschieden in den Streuungen. Hier ergibt sich keine Trennung der Streubereiche. Das zuvor mögliche Abgrenzen des Reaktionszeitraumes (s. Abb. 4 - 7) ist nicht mehr so gut möglich.

Insgesamt liegen in der E-Meßreihe die Werte niedriger, und zwar nicht erst ab Beginn der Therapieformen, sondern schon von Anfang an. Weder mit t-Test noch mit F-Test ist jedoch zu einem der Meßzeitpunkte ein Unterschied zu sichern (Tab. 16).

μg

Abb.7: Veränderung des Gesamt-Pepsins nach Insulin- und Elektrostimulation (n = 12)

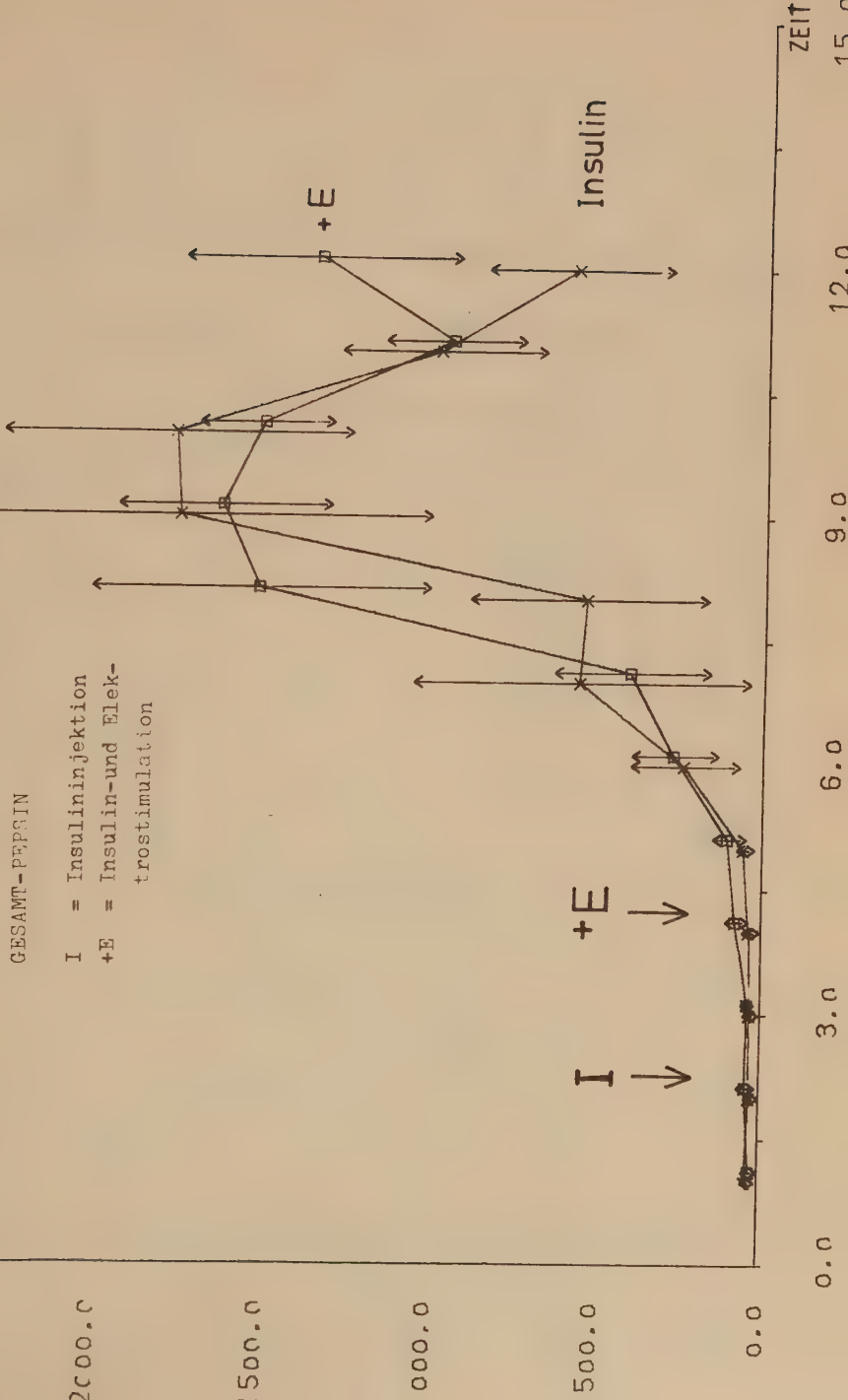
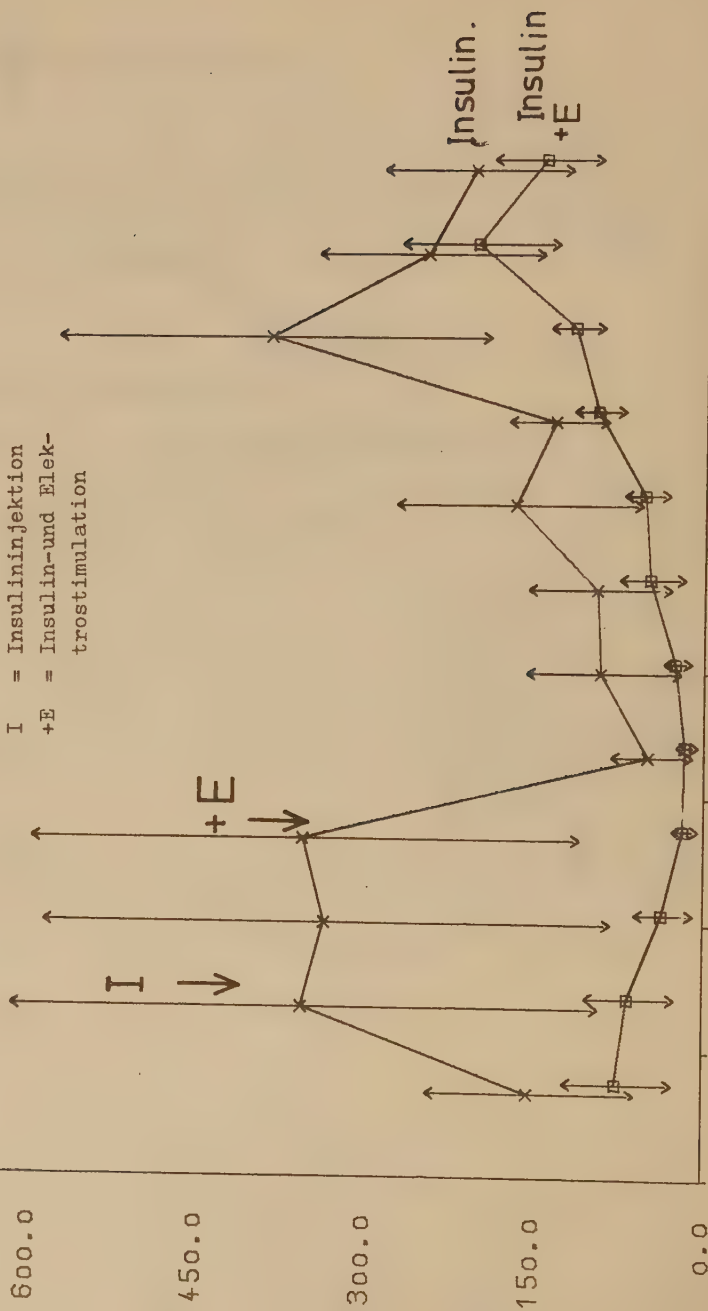


Abb. 8: Veränderung des Säure/Pepsin-Quotienten nach
Insulin- und Elektrostimulation (n = 12)

SÄURE/PEPSIN-QUOTIENT

I = Insulininjektion
+E = Insulin- und Elek-
trostimulation



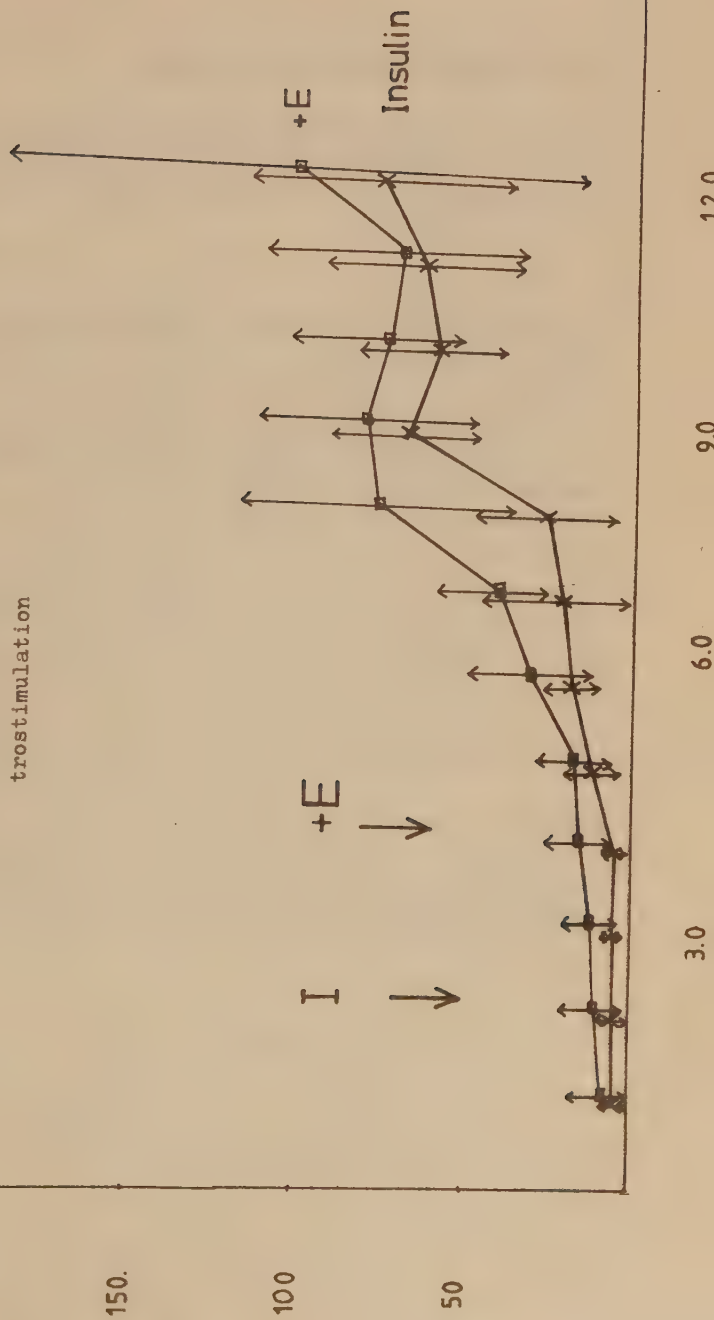
μg/ml

Y

Abb. 9: Veränderung der Pepsinkonzentration nach
Insulin- und Elektrostimulation (n = 12)

PEPSINKONZENTRATION

I = Insulininjektion
+E = Insulin-und Elek-
trostimulation



4.2.6. Pepsinkonzentration (in $\mu\text{g/ml}$)

In Abb. 9 ist eine Zeitverschiebung bezüglich des Anstiegs zu erkennen (beschleunigt bei zusätzlicher Elektrostimulation). Die Konzentrationswerte bei Elektrostimulation liegen höher, als in der I-Meßreihe.

4.3. Betrachtung des gesamten Versuchsverlaufes

Anders als zuvor lassen sich die Zeitverläufe auch im ganzen betrachten und summarisch danach auswerten, ob i n s - g e s a m t durch eine Therapieform die Magensekretion erhöht bzw. erniedrigt wird. Es ist ja denkbar, daß sich zwar bezüglich einzelner Zeitpunkte kein Unterschied nachweisen läßt, daß aber z.B. durch eine sich über einen längeren Zeitraum erstreckende Sekretion dennoch summarisch mehr Magensaft produziert wird. Diesen Aspekt kann man qualitativ dadurch erfassen, daß man die von den Kurven eingeschlossenen Flächen miteinander vergleicht. Die Kurvenflächen sind die anschauliche geometrische Darstellung des Ergebnisses einer Summierung (bzw. Integration) über alle Zeitpunkte.

Quantitativ kann man mit der Varianzanalyse, nunmehr unter gleichzeitiger Berücksichtigung aller Meßzeitpunkte, berechnen, ob sich insgesamt bei einer der Behandlungsformen gegenüber der anderen ein überzufälliger Unterschied ergibt. Diese Berechnungen sind in Tb. 17 angeführt.

4.3.1. Volumen (ml)

Qualitativ: s. Abb. 4

Die Fläche unter den Kurven ist nicht unterschiedlich groß, sondern nur anders aufgeteilt.

Quantitativ: Tab. 17

Die varianzanalytische Errechnung der Haupteffekte (bei mehrfach vollgekreuztem Modell) weist aus, daß (signifikant) im Zeitverlauf Unterschiede auftreten und ebenso in der Gesamtsekretion signifikante Unterschiede zwischen den 3 Katzen zu verzeichnen sind, zwischen den Behandlungen und auch von Wiederholungsversuch zu Wiederholungsversuch sind demgegenüber keine überzufälligen Unterschiede zu verzeichnen. Der Reihe nach sind folgende Einflußfaktoren entscheidend gewesen:

- unterschiedliche Meßzeitpunkte
- verschiedene Versuchstiere
- Unterschiede von Versuch zu Wiederholungsversuch
- Therapieform.

4.3.2. Säurekonzentration (meq/l)

Qualitativ: Abb. 5

Insgesamt erscheint die Fläche unter der Kurve "mit Elektrostimulation" größer als die reine Insulin-Reaktionskurve.

Quantitativ: Tab. 17

Reihenfolge zu Relevanz der Einflußfaktoren:

- Meßzeitpunkte
- Wiederholungsmessungen

- Versuchstier
- Behandlung.

Die ersten beiden Einflußfaktoren sind dabei als überzufällig anzusehen.

4.3.3. Gesamt-Säuremenge (meq)

Qualitativ: Abb. 6

Die eingeschlossenen Flächen sind etwa gleich groß.

Quantitativ: Tab. 17

Reihenfolge der Relevanz verschiedener Einflußfaktoren:

- Unterschiede von Versuch zu Versuch
- Zeitverlauf
- Unterschiede von Katze zu Katze
- Behandlungsform.

Der Einfluß durch die Behandlungsform bleibt dabei im Zufallsbereich.

4.3.4. Gesamt-Pepsin

Qualitativ: Abb. 8

Insgesamt ist die Fläche unter der E-Kurve kleiner als diejenige unter der I-Kurve, vor allem wegen der schon in der Anfangsphase zu beobachtenden Erhöhung.

4.3.5. Säure-Pepsin-Quotient

Qualitativ: Abb. 8

Insgesamt ist die Fläche unter der E-Kurve kleiner als die-

jenige unter der I-Kurve, vor allem wegen der schon in der Anfangsphase zu beobachtenden Erhöhung.

Quantitativ: Tab. 17

Tatsächlich ist hier der Unterschied zwischen beiden Meßreihen (signifikant) größer als die Unterschiede, die - der Reihe der Bedeutung nach - durch die Wiederholungsmessungen, die Verschiedenheit der Versuchstiere und das Geschehen während der Versuchsdauer zu beobachten sind.

In Anbetracht der schon v o r Anwendung der Behandlungen auftretenden Unterschiede (s. Abb. 8) wird man diesen Effekt jedoch nicht auf einen Therapieeinfluß zurückführen; eine getrennte Varianzanalyse für das verkürzte Zeitintervall (ab Beginn der Elektrostimulation) erbrachte dann auch keinen signifikanten Unterschied mehr.

4.3.6. Pepsin-Konzentration

Qualitativ: Abb. 9

Insgesamt ist die Fläche unter der E-Kurve etwas größer, als unter der I-Kurve.

4.4. Katzenspezifische Auswertung

Die bisherigen Auswertungen waren mit der Zielrichtung durchgeführt worden, im Sinne einer Verallgemeinerungsfähigkeit unter Anwendung strenger statistischer Verfahren zu prüfen, ob mit zusätzlicher Elektrostimulation sich die Magensaftsekretion überzufällig beeinflussen läßt. Wenn sich dabei ergab, daß sich hierfür keine ausreichende statistische Grundlage finden läßt, so schließt dies nicht aus, daß sich unter Außerachtlassen der Ergebnisse bei einer oder 2 Katzen doch noch ein Effekt wenigstens für eine Katze finden läßt. Bei der Mittelwertbildung über 12 Versuche wurde

ja nicht differenziert, ob mit 1 Katze 12 Versuche durchgeführt wurden, ob mit 12 Katzen je 1 Versuch oder - wie hier - mit 3 Katzen je 4 Versuche durchgeführt wurden. So ist es möglich, daß sich eine einzelne Katze als besonders unempfindlich erweist und damit eine eventuell bei den beiden anderen Katzen vorhandene Reaktion auf die unterschiedlichen Therapieformen nivelliert.

Daher wurden die Auswertungen noch für jede Katze getrennt durchgeführt. Zur besseren Orientierung wurde in die Abb. 10 - 27 noch die Mittelwertverläufe für alle Katzen (n = 12) aus den Abb. 4 - 9 eingetragen.

4.4.1. Volumen

Qualitativ: s. Abb. 10-12

Man erkennt, daß bei Katze III in der Reaktionsphase *k e i n* Unterschied auftritt (Abb. 12), bei Katze II (Abb. 11) die reine Insulinbehandlung, bei Katze I (Abb. 10) die zusätzliche Elektrostimulation zu den höchsten werten führt. Das Maximum der I-Kurve in Abb. 4 wird offenbar im wesentlichen durch Katze I verursacht. Insgesamt ist kein einheitlicher Effekt der einen oder anderen Therapieform abzulesen.

Quantitativ:

Mit dem t-Test ergeben sich zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede.

4.4.2. Säurekonzentration

S. Abb. 13-15

Der Verlauf der Meßwerte von Katze II stört die bei Katze I

und III ersichtliche Erhöhung der Säurekonzentration. Zwischen den Wiederholungsmessungen treten jedoch schon große Streuungen auf; mit dem t-Test erhält man zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede.

4.4.3. Gesamt-Säuremenge

s. Abb. 16-18

Es sind keine signifikanten Unterschiede zu erkennen.

4.4.4. Gesamt-Pepsin

s. Abb. 19-21

Im Reaktionszeitraum treten bei Katze I und Katze II große Streuungen zwischen den Wiederholungsversuchen auf, bei Katze III weniger stark. Bei Katze III ist der frühere Anstieg (1h nach Elektrostimulation) gegenüber der I-Meßreihe signifikant. Demgegenüber steigt bei Katze II eher bei alleiniger Insulininjektion der Pepsingehalt schneller an, bei Katze I beginnt in der E-Reihe früher ein Abfall.

In Anbetracht dieser Unterschiede von Versuchstier zu Versuchstier und weiter auch aus den schon früher genannten formalstatistischen Vorbehalten wird man diese Beobachtung nicht überbewerten.

4.4.5. Säure-Pepsin-Quotient

s. Abb. 22 - 24

Es zeigt sich, daß die auffälligen Streuungen in der Anfangsphase (Abb 8) praktisch nur durch Katze III verursacht werden.

Als Zeichen einer Reaktion auf die Insulininjektion läßt

sich nur bei Katze I (allerdings mit signifikant höherer Streuung zu Zeitpunkt 10 eine Veränderung feststellen.

Insgesamt liegen bei jeder Katze die Meßwerte in der Insulinreihe höher. Ein systematischer Einfluß durch die Elektrostimulation läßt sich nicht ablesen, wobei die Frage nach einer geeigneten Prüfstatistik erübrigt wird. (Die Mittelwertbildung von Quotienten, also Verhältniszahlen, ist ein zwar häufiges, jedoch nicht notwendig sinnvolles Mittelungsverfahren).

4.4.6. Pepsin-Konzentration

s. Abb. 25-27

Es treten zwischen den Wiederholungsmessungen, jedoch große Streuungen auf. Bei Katze II ist der frühere Anstieg (1 h nach Elektrostimulation), gegenüber der I- und E-Meßreihe signifikant.

4.5. Zusammenfassende Auswertung

Insgesamt kann man feststellen, daß auch bei den Wiederholungsmessungen der gleichen Katze so große Streuungen auftreten, daß auch die anfängliche ($n = 12$) Mittelwertbildung (Abb. 4-9) als zulässig zu betrachten ist. Die Katze III zeigt die größte Variationsbreite in den Messungen (Tab. 10); ausgerechnet für diese offenbar empfindliche Katze ergeben sich aber die geringsten Unterschiede zwischen den Therapieformen.

Zusammenfassend kann man feststellen:

1.) Auf verschiedene Weise wurde versucht, einen Unter-

schied zwischen der reinen Insulinbehandlung zu zusätzlicher Elektrotherapie zu erkennen und statistisch zu sichern:

a) ohne Berücksichtigung der Unterschiede von Katze zu Katze

- qualitativ durch Zeitverlaufsdarstellung (Abb. 4-9)

- quantitativ durch t-Test (Tab 11-15)

durch Varianzanalyse (Tab. 11-16)

b) getrennte Auswertung für jede Katze

- qualitativ durch Zeitverlaufsdarstellungen (Abb. 10-27)

- quantitativ durch t-Test für jeden Meßzeitpunkt.

2.) Man erhält dabei - formalstatistisch erwartungsgemäß - zu einigen Meßzeitpunkten signifikante Trennungen, die aber nicht von einem Versuchstier auf das andere übertragbar sind.

3.) Im Unterschied zu den Untersuchungen von ROTHFELDER tritt der insulinbedingte Sekretionsanstieg später auf (ca. 1-1,5 h n a c h Injektion) dabei führt die gleiche Injektion bei ein und derselben Katze schon physiologischerweise zu so großen Unterschieden in der Reaktion, daß ein möglicher Zusatzeffekt durch Elektrostimulation sich nicht aus diesem Streubereich abhebt.

5. Diskussion

Ausgehend von den Berichten aus einschlägiger Literatur (KÖNIG - WANCURA) ergibt sich für eine Anwendung der Elektroakupunktur des Ohres ein erstaunliches Spektrum an physiologischen Effekten, die beim Menschen beobachtet wurden. Nachdem in gleicher Weise jedoch auch von Effekten anderer Therapieformen berichtet wird (Ozontherapie, Eigenblutbehandlung, Hypnose, Meditationstechniken, ...), braucht man einen Vergleichsmaßstab, um Therapiewirkungen als solche erkennen zu können. Hierbei muß man scharf unterscheiden zwischen der Therapiewirkung und anderen, gleichzeitig einwirkenden Faktoren. Zu letzteren kann man auch die Placebo-Wirkung einer Maßnahme zählen. Es kommt daher primär nicht darauf an, bei wie vielen Patienten/Versuchstieren diese oder jene Maßnahme "Erfolg" hatte, sondern wie sich diese Erfolgsquote vom Erwartungswert unterscheidet. Wenn häufig stillschweigend vorausgesetzt wird, daß die Erfolgsquote o h n e die betrachtete Therapieform gleich Null wäre, so gibt es zu viele Beobachtungen zu Placebo-Wirkungen, um eine solche Voraussetzung ohne weiteres akzeptieren zu können.

Unsere Versuche waren darauf angelegt, die Erwartungswerte o h n e die untersuchte Elektrostimulation selbst zu erarbeiten. Wie der Vergleich unserer Ergebnisse mit denen von ROTHFELDER zeigt, sind Ergebnisse anderer Autoren nicht in jedem Falle übertragbar:

Bei ROTHFELDER trat die Sekretionssteigerung nach Insulininjektion deutlich früher auf als in unserem Falle, was vermutlich auf die individuelle Reagibilität verschiedener Katzen zurückzuführen ist. Auch innerhalb der 3 Katzen meiner Untersuchungsreihe sowie bei den von SZABOLCS untersuchten Katzen gab es Tiere mit früherem Sekretionsanstieg. Zusätzlich dürften Genauigkeiten eine Rolle spielen, mit

denen die Meßzeitpunkte eingehalten wurden. Gerade auf Grund der Erfahrungen der Vorgängerarbeit (SZABOLCS) haben wir uns bemüht, methodisch auch solche scheinbaren Nebensächlichkeiten wie Minimalisierung der Wechselzeiten für die Reagenzgläser, Anpassung der Zeitpläne bei gleichzeitiger Untersuchung mehrerer Tiere zur Vermeidung von Überschneidungen in der Meßwertgewinnung, zuverlässige Injektionsstellen (Durchführung: Prof. Dr. W. BRÜCKNER) etc. zu berücksichtigen. Wenn daher insgesamt **k e i n** Effekt durch die Elektrostimulation zu sichern war, führe ich dies nicht auf methodische Mängel zurück.

Man muß vielmehr andere mögliche Ursachen diskutieren:

1.) Festlegung des Erwartungswertes

Unser Bezugsmaß war die durch Insulininjektion hervorgerufene Sekretionssteigerung (Magensaft). Es ist zu überlegen, ob hierfür von vornherein überhaupt eine Beeinflussung erwartet werden kann, wenn man einmal von dem zitierten Spektrum angeblicher Therapieeffekte absieht. Da jedoch die Steigerung der Sekretion (Cephale Phase) auf nervalem Wege im Anschluß an die zentrale Bewertung des erhöhten Insulinspiegels erfolgt, ist hier noch eher als auf hormonalem Wege (Gastrale Phase), die schwerpunktmäßig von Szabolcs untersucht wurde, eine Beeinflussung zu erwarten: die Nervenreizung durch Elektrotherapie ist nachgewiesen. Inwiefern sich jedoch bei geringeren Insulindosierungen noch ein Effekt gezeigt hätte, kann aus dieser Untersuchung nicht beantwortet werden. Unter Einbeziehung der Ergebnisse von SZABOLCS, der auch bei alleiniger Elektrostimulation **k e i n e n** von der unbeeinflussten Basalsekretion abgrenzbaren Effekt erhielt, und in Anbetracht der auch bei gleichen Dosierung von Versuch zu Versuch sogar für das gleiche Versuchstier stark schwankenden Reaktion auf konstante Insulingabe, halte ich weitergehende Versuche in dieser Richtung für nicht erfolgsversprechend.

2.) Lokalisation der Elektroden

Als Ansatzpunkt der Stimulation wurde von uns die Stelle gewählt, die hauptsächlich vom N. vagus innerviert wird (SZABOLCS): der tiefer liegende Teil der Concha bzw. der äußere Teil des Gehörganges. Hier wurden bilateral die Elektroden etwa 2 mm tief eingestochen. Selbst wenn wir nicht direkt den N. vagus erreicht haben sollten, so war auch in Anbetracht unserer Stromstärken gewährleistet, daß zumindest sekundär die Stromimpulse ihr Zielgebiet (vagale Nerven erreicht haben. Eher kann man einwenden, daß - ähnlich wie in der Homöopathie - extrem niedrige Reizstärken zu einer Reaktion geführt hätten. Damit wäre natürlich ein praktisch uferloses Experimentieren möglich, wobei nicht auf anerkannte physiologische Modellvorstellungen zurückgegriffen werden könnte. In Anbetracht der von SZABOLCS beobachteten relativ großen Streuungen auch bei reiner Basalsekretion halte ich daher auch diesen Weg nicht für gangbar.

3.) Wahl des Versuchsobjektes

Die referierten Effekte beziehen sich auf Anwendungen am Menschen. Es ist offensichtlich, daß zu einer Einpflanzung einer Magenfistel als experimenteller Voraussetzung kaum Versuchspersonen zu finden sein dürften. Außerdem würden sich solche möglicherweise wieder systematisch bezüglich der körperlichen Belastbarkeit etc. von den Patienten unterscheiden, für die der Effekt der Ohrakupunktur nachgewiesen sein soll; Versuchsergebnisse mit solchen Versuchspersonen wären daher u. U. schon daher angreifbar. Wenn hingegen physiologische Mechanismen als Erklärung herangezogen werden sollen, müssen sich diese auch tierexperimentell nachvollziehen lassen. Daß dabei die Katze eine geeignetes Versuchstier zu sein scheint, läßt sich aus den Ergebnissen von DOPFER-HUCHATZ ableiten: diese Autorin hatte mit etwa gleicher Therapiemethode (Elektrostimulation des Katzenohres) Veränderungen im Blut-pH gefunden. Im

Nachhinein wird man zwar diese Ergebnisse kritischer beurteilen; dennoch ist zur Zeit kein Grund zu sehen, warum sich die Katze als Versuchstier nicht für die Untersuchung eignet.

Nach allem sehe ich keine erfolgversprechende Möglichkeit, weitere Katzenversuche durchzuführen mit dem Ziel einer Untersuchung der Beeinflussung der Magensekretion durch Elektrostimulation.

6. Zusammenfassung

Es sollte untersucht werden, ob eine zusätzliche Elektrostimulation die Insulin-stimulierte Magensekretion beeinflusst. Dazu wurden tierexperimentell an 3 Katzen über künstliche Magen fisteln in 15-minütigem Abstand der Magensaft gesammelt und nach

- Volumen
- Säurekonzentration
- Gesamtsäuremenge
- Gesamt-Pepsin
- Säure-Pepsin-Quotient
- Pepsinkonzentration

untersucht. In jeweils 4 Kontrollversuchen (nur Injektion von Altinsulin i.v.) und 4 Testversuchen (kontinuierliche Elektrostimulation am Katzenohr 0,5 h nach Insulininjektion; 0,8 mA effektive Stromstärke - Gleichstromimpulse 50 Hz) wurde insgesamt 3 h lang der Sekretionsverlauf verfolgt.

Zur Auswertung wurden die Daten auf Lochkarten übertragen und mit statistischen Programmen des LEIBNITZ-Rechenzentrums der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München analysiert. Dabei wurden verschiedene Auswertungsverfahren angewendet, die sowohl qualitative Merkmale (Erhöhung - Erniedrigung der Meßwerte) als auch die quantitativen Ausprägungen der Meßgrößen berücksichtigten (t-Test, Varianzanalyse). Mit keinem Verfahren konnte ein Einfluß der zusätzlichen Elektrostimulation auf die insulininduzierte Sekretionssteigerung gesichert werden.

Aus der Diskussion ergibt sich, daß hierfür nicht methodische Unzulänglichkeiten die Ursache sein dürften, sondern daß vielmehr von den Vertretern einer Therapieempfehlung zur Anwendung der Elektroakupunktur des Ohres Nachweise und Modellvorstellungen für die Wirksamkeit dieser Therapieform

abgewartet werden sollten. Aus den eigenen Versuchen kann eine Therapiewirkung nicht vom Zufallseinfluß getrennt werden.

Anhang

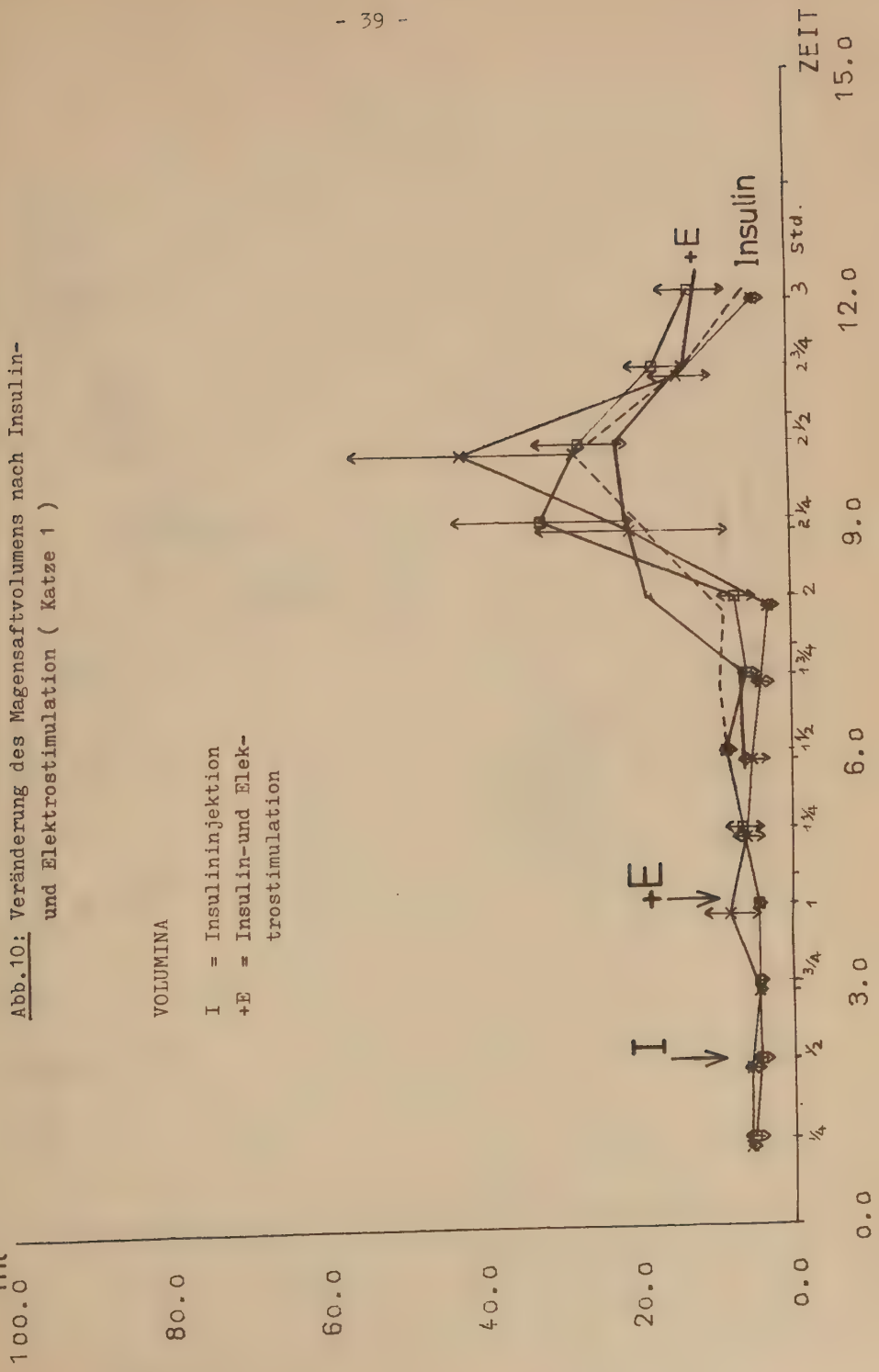
1. Teil: Abbildungen

[x10³] MESSGR.
ml

Abb.10: Veränderung des Magensaftvolumens nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 1)

VOLUMINA

I = Insulininjektion
+E = Insulin-und Elektrostimulation



[$\times 10^{-1}$]

Y

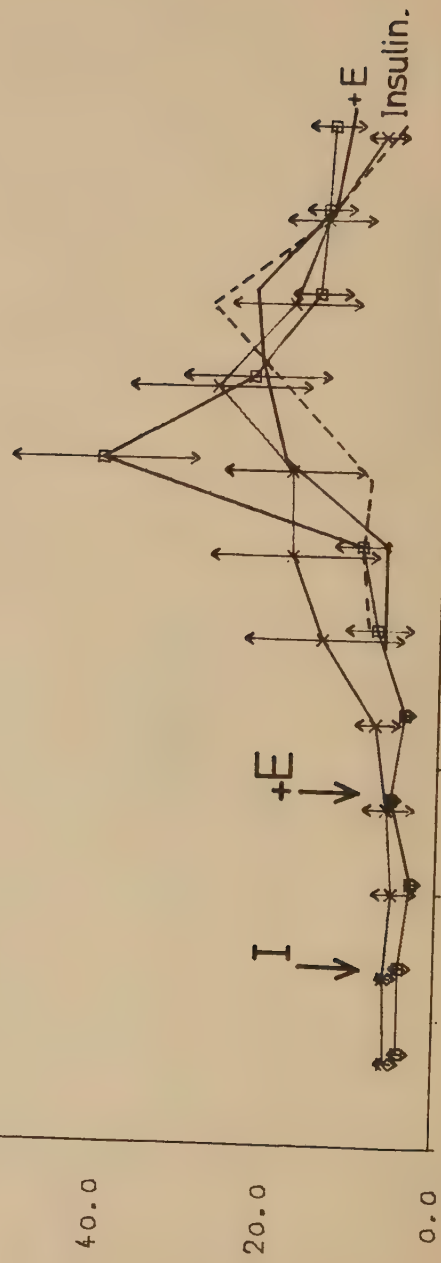
KL

ml
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0

Abb.11: Veränderung des Magensaftvolumens nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 2)

VOLUMINA

I = Insulininjektion
+E = Insulin-und Elektrostimulation



0.0

3.0

6.0

9.0

12.0

ZEIT X
15.0

[x10³]

Y

ml
100.0

Abb. 12: Veränderung des Magensaftvolumens nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 3)

80.0

60.0

40.0

20.0

0.0

VOLUMINA

I = Insulininjektion
+E = Insulin- und Elektrostimulation



ZEIT X

0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0

$[\times 10^{-1}]$
 $\mu\text{eg/ml.}$

Y

KL

1000.0

800.0

600.0

400.0

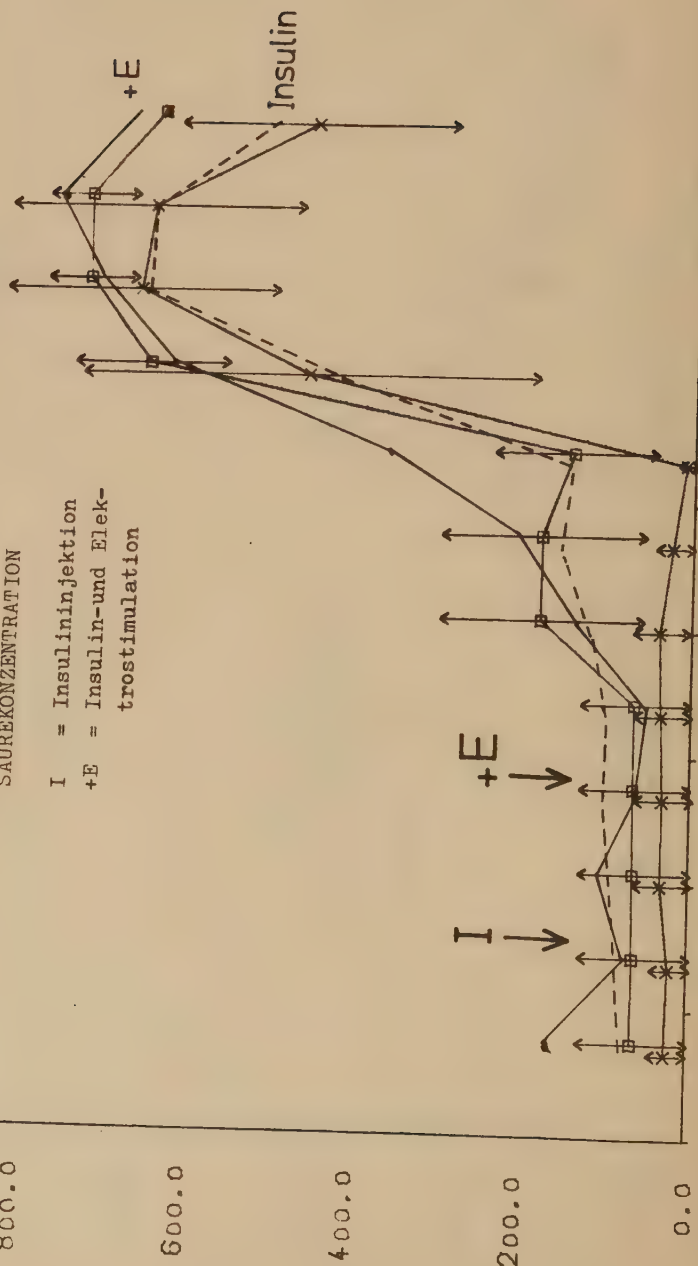
200.0

0.0

Abb.13: Veränderung der Säurekonzentration nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 1)

SÄUREKONZENTRATION

I = Insulininjektion
 +E = Insulin-und Elektrostimulation



NL

 $\mu\text{eq/ml}$ Y

1000.0

800.0

600.0

400.0

200.0

0.0

Abb. 14: Veränderung der Säurekonzentration nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 2)

SÄUREKONZENTRATION

I = Insulininjektion

+E = Insulin- und Elektrostimulation

+E

Insulin

+E

I

ZEIT X

0.0

3.0

6.0

9.0

12.0

15.0

$[\times 10^{-1}]$
 $\mu\text{eq/ml}$

Y

KL

Abb.15: Veränderung der Säurekonzentration nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 3)

SÄUREKONZENTRATION

I = Insulininjektion
+E = Insulin- und Elektrostimulation

Insulin

+E

I

ZEIT

1000.0

800.0

600.0

400.0

200.0

0.0

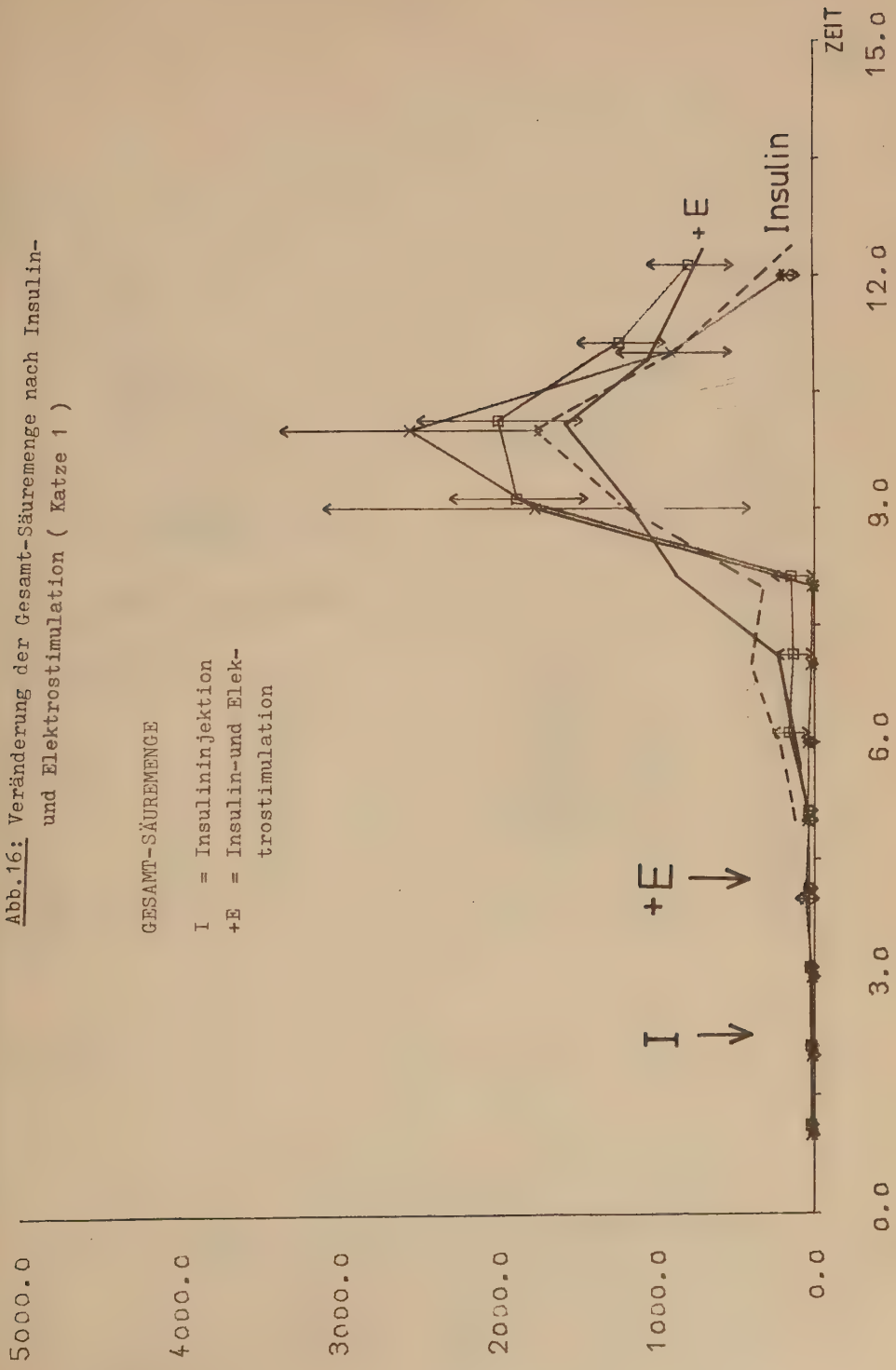
µeq

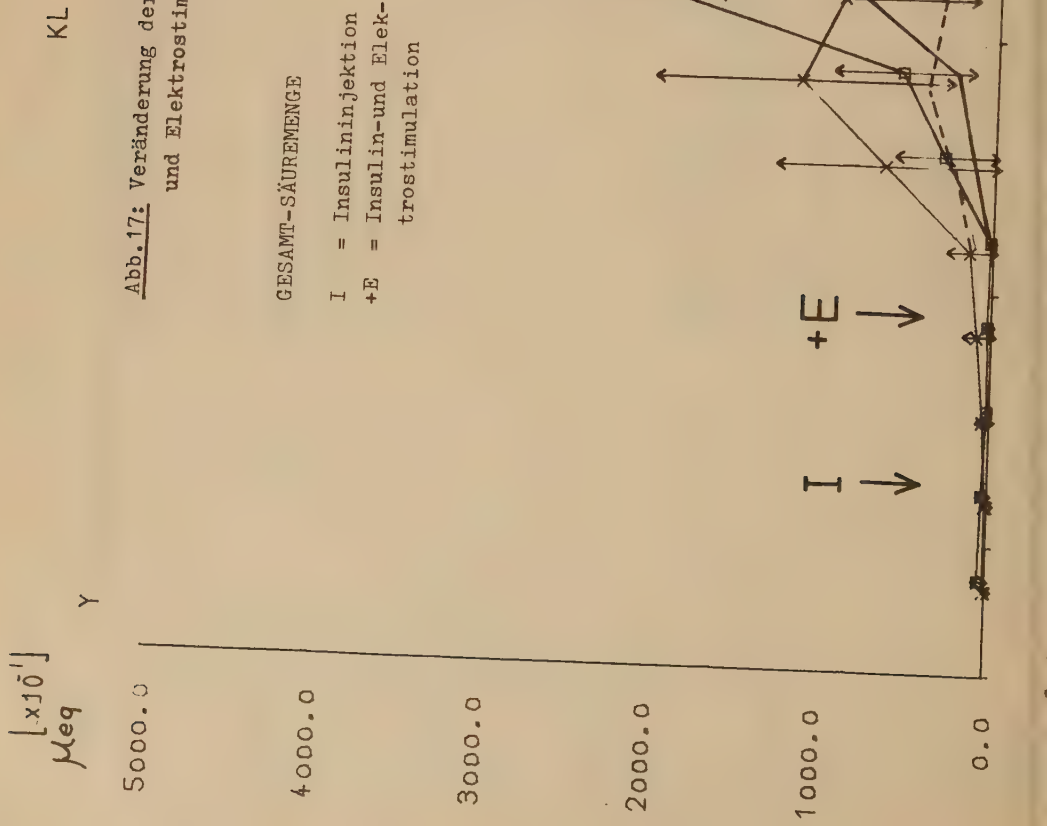
γ

Abb.16: Veränderung der Gesamt-Säuremenge nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 1)

GESAMT-SÄUREMENGE

I = Insulininjektion
+E = Insulin-und Elektrostimulation





NE

1.1.13 J

Y

5000.0

4000.0

3000.0

2000.0

1000.0

0.0

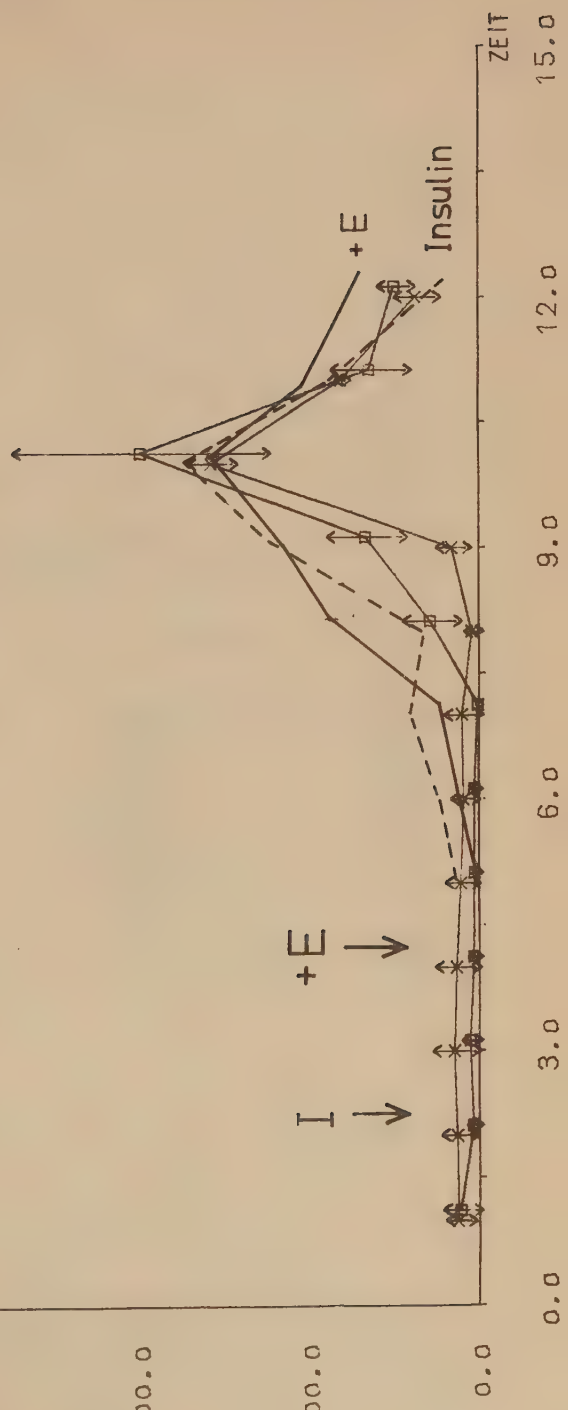
Abb. 18: Veränderung der Gesamt-Säuremenge nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 3)

GESAMT-SÄUREMENGE

I = Insulininjektion

+E = Insulin-und Elektrostimulation

43



ZEIT

15.0

12.0

9.0

6.0

3.0

0.0

$[\times 10^{-3}]$ γ
 μg

KL

5000.0

4000.0

3000.0

2000.0

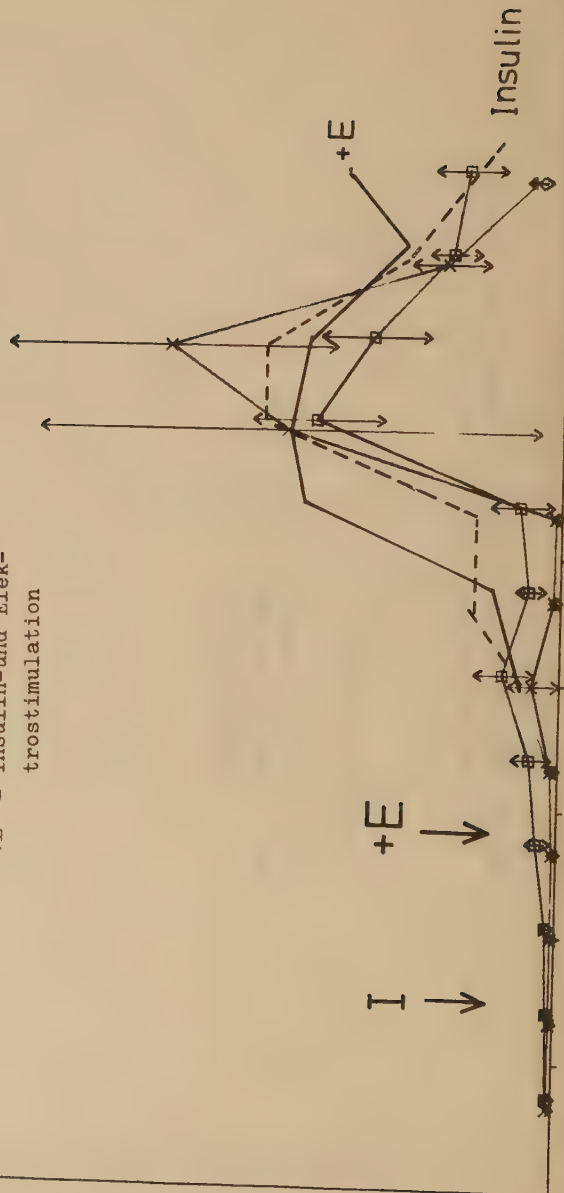
000.0

0.0

Abb.19: Veränderung des Gesamt-Pepsins nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 1)

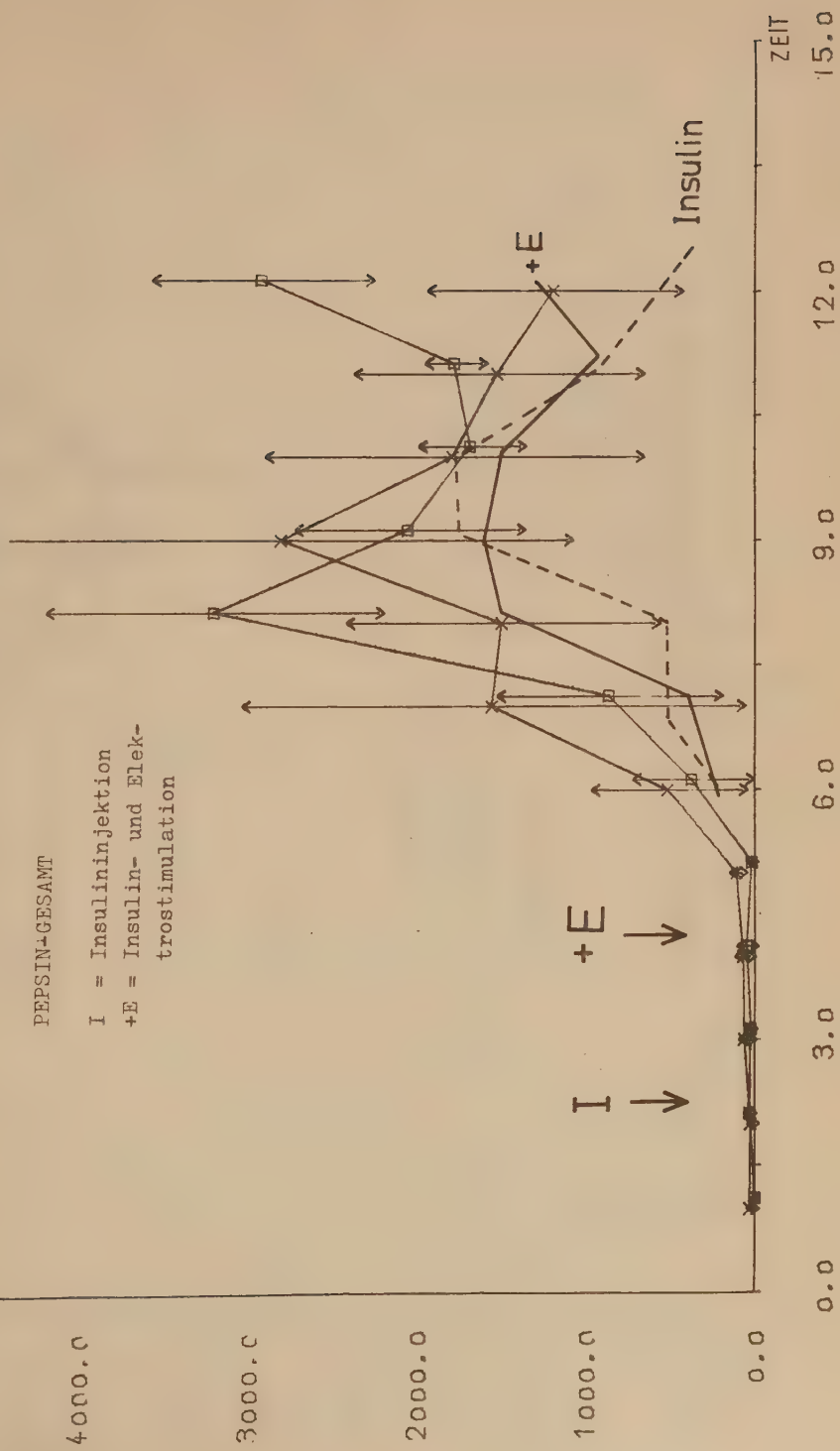
GESAMT-PEPSIN

I = Insulininjektion
 +E = Insulin-und Elektrostimulation



[x 10]
μg

Abb.20: Veränderung des Gesamt-Pepsins nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 2)



$[\times 10^{-3}]$

Y

μg

5000.0

4000.0

3000.0

2000.0

000.0

0.0

KL

Abb.21: Veränderung des Gesamt-Pepsins nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 3)

PEPSIN-GESAMT

I = Insulininjektion
+E = Insulin-und Elektrostimulation



Y

1000.0

800.0

600.0

400.0

200.0

0.0

0.0

3.0

6.0

9.0

12.0

15.0

X

Abb. 22: Veränderung des Säure/Pepsin-Quotienten nach
Insulin- und Elektrostimulation (Katze 1)

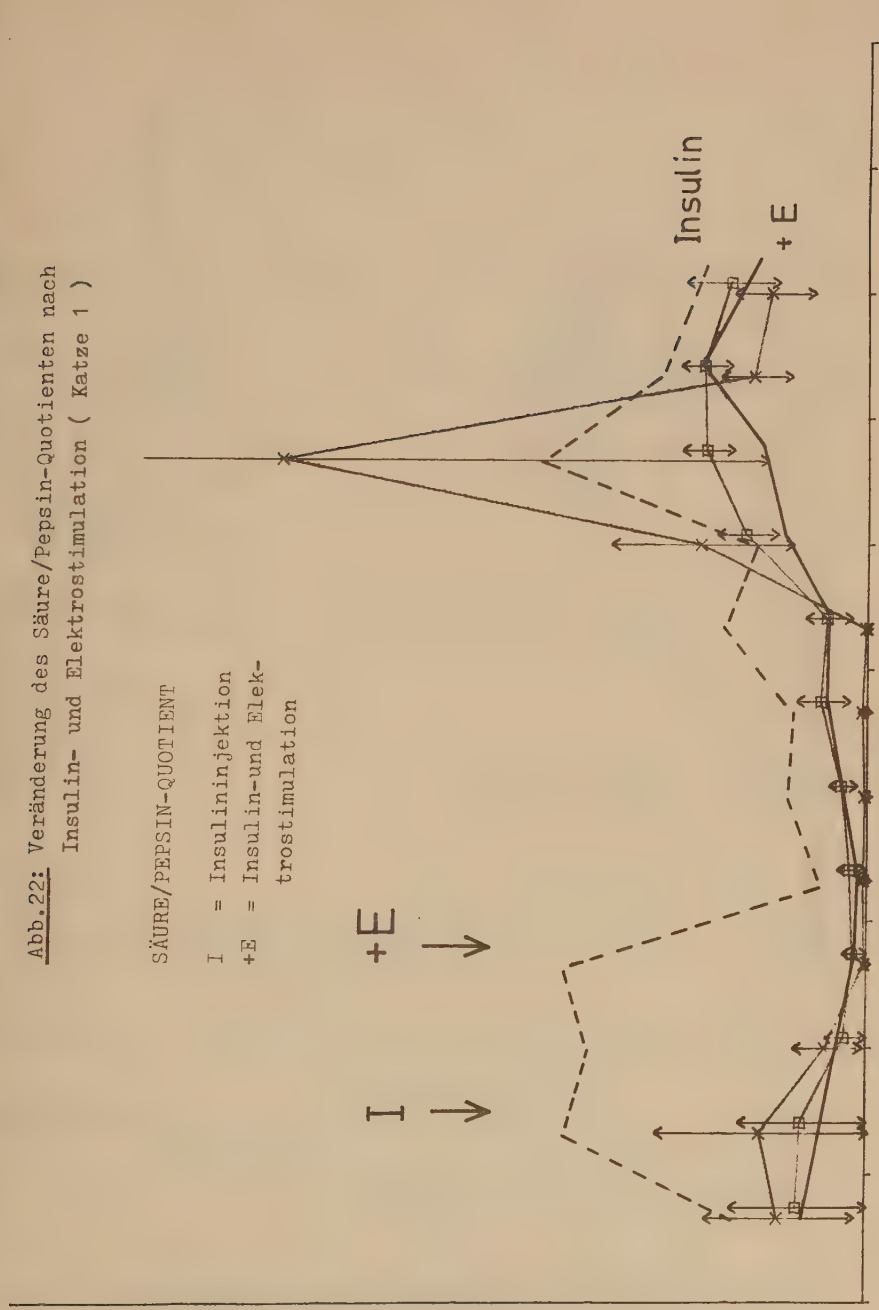
SÄURE/PEPSIN-QUOTIENT

I = Insulininjektion
+E = Insulin-und Elektrostimulation

I →
+E →

Insulin

+E



KL

Abb. 23: Veränderung des Säure/Pepsin-Quotienten nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 2)

Y

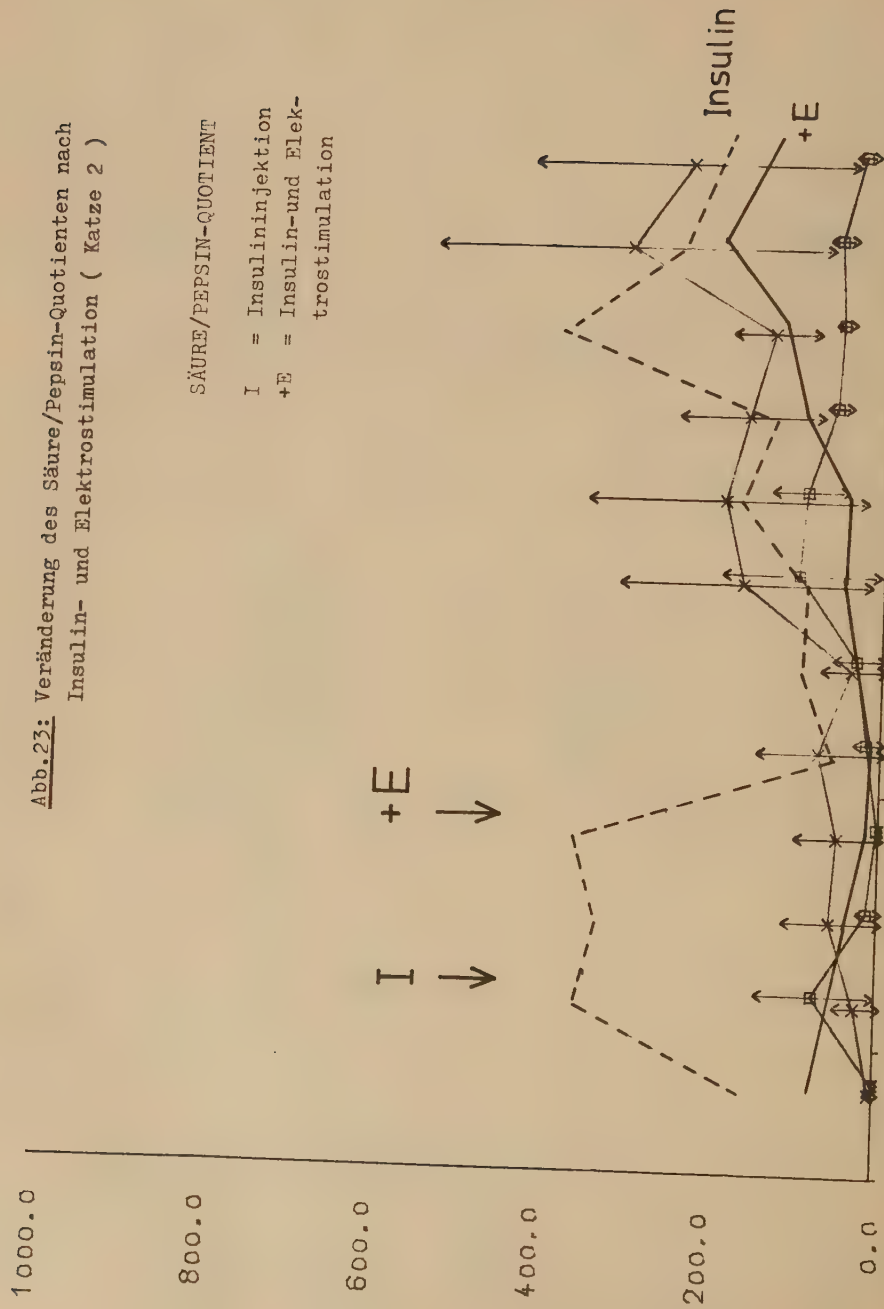
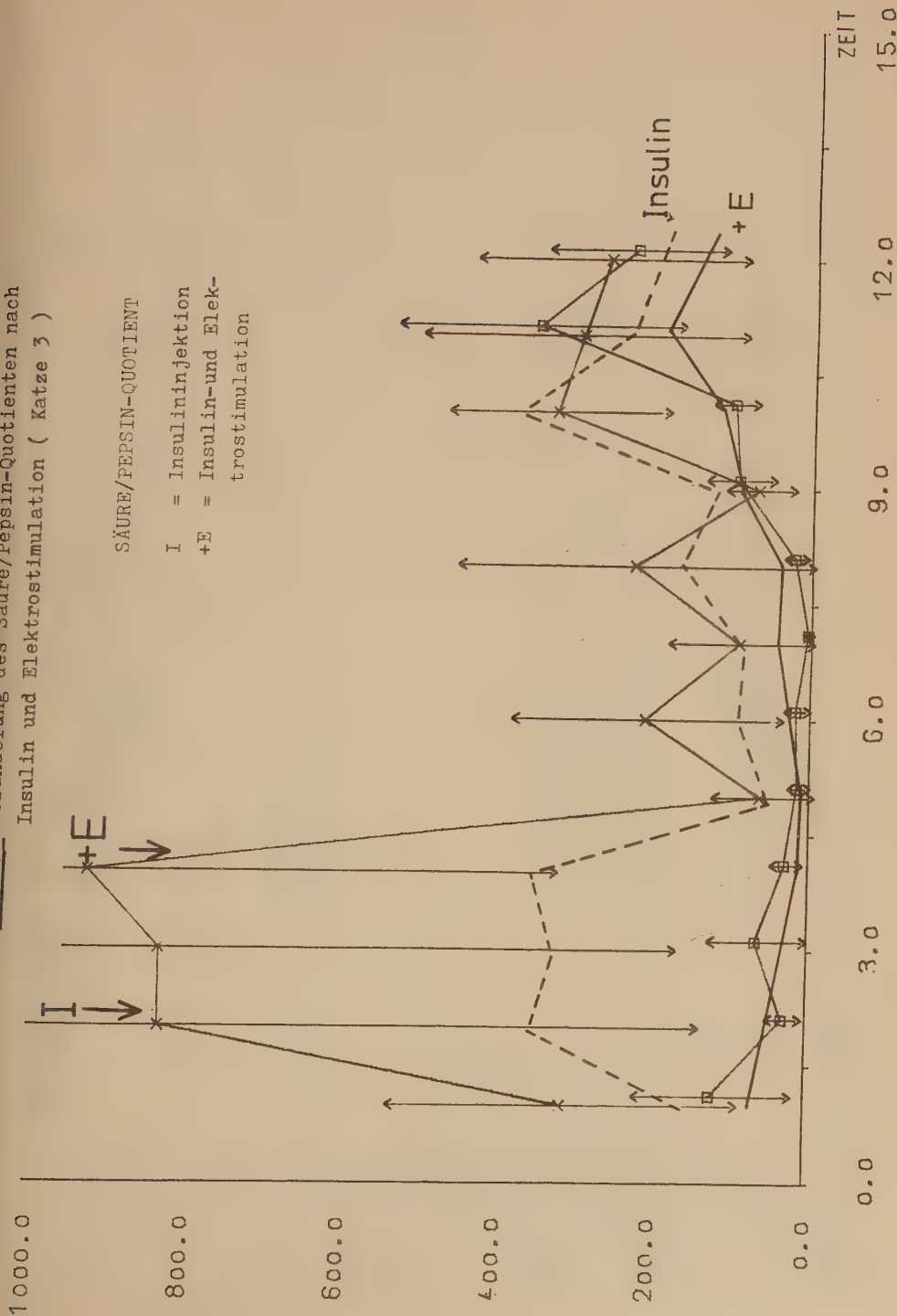


Abb. 24: Veränderung des Säure/Pepsin-Quotienten nach
Insulin und Elektrostimulation (Katze 3)

SÄURE/PEPSIN-QUOTIENT

I = Insulininjektion
+E = Insulin-und Elek-
trostimulation



$[\times 10^{-2}]$ Y
 $\mu\text{g/ml.}$
 250.

Abb.26: Veränderung der Pepsinkonzentration nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 2)

PEPSINKONZENTRATION

I = Insulininjektion
 +E = Insulin-und Elektrostimulation

+E

I

Insulin

E

ZEIT X

12.0

9.0

6.0

3.0

150.

100.

50

200.

250.

$[\times 10^{-2}]$
Mg/ml.

Y

250.

200.

150.

100.

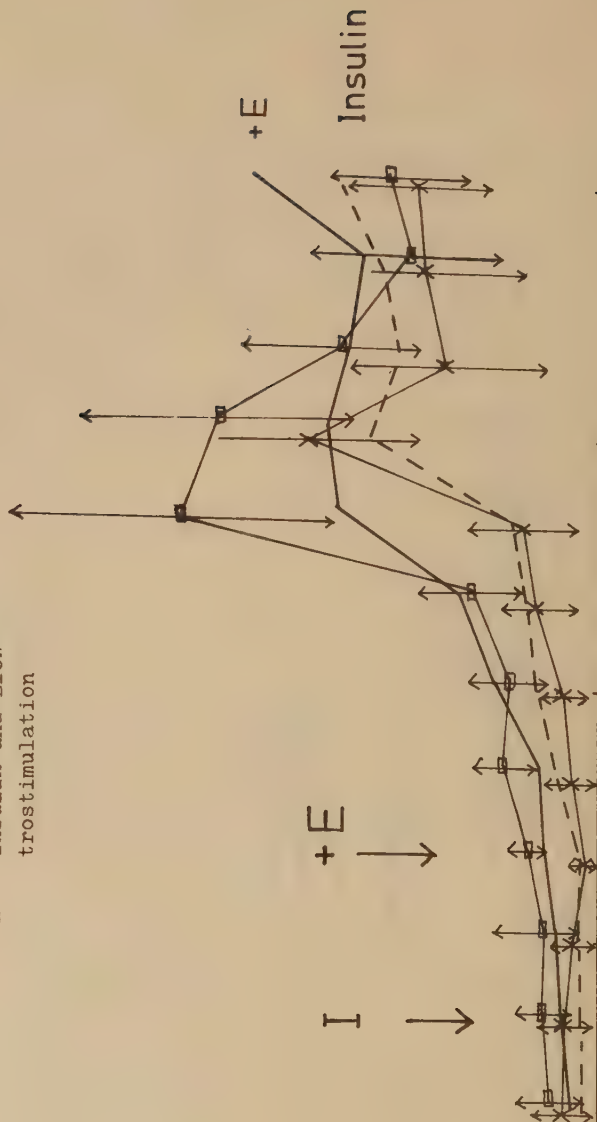
50.

Abb.27: Veränderung der Pepsinkonzentration nach Insulin- und Elektrostimulation (Katze 3)

PEPSINKONZENTRATION

I = Insulininjektion

+E = Insulin-und Elektrostimulation



ZEIT

120

90

60

30

x

Anhang

2. Teil: Einzelwerte und Tabellen

Tab. 2. Meßgröße Magensaftvolumen (ml x 10⁻¹)

Katze 1

Zeitpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Insulin	5	3	5	5	6	6	5	3	4	54	22	3
	6	6	4	7	4	5	5	4	18	10	6	6
	6	7	4	17	10	8	4	3	5	75	17	4
	5	5	4	3	3	1	1	1	55	30	11	4
Insulin	5	6	4	4	6	7	4	8	25	30	10	13
und Elek-	2	2	3	4	4	10	5	5	54	29	13	4
trostimu-	7	4	5	5	12	8	8	12	17	11	23	23
lation	6	4	5	4	3	8	5	3	0	38	23	10

Katze 2

Zeitpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Insulin	3	4	1	2	3	3	45	39	12	5	6	4
	7	7	10	12	13	40	15	7	7	8	7	6
	6	5	2	1	8	2	3	5	38	23	18	13
	6	7	7	8	5	10	7	20	50	36	26	8
Insulin	4	4	2	4	4	4	5	25	10	10	11	8
und Elek-	5	6	3	6	5	4	16	62	46	24	19	9
trostimu-	2	2	4	6	3	18	13	19	12	13	18	20
lation	5	4	2	5	3	3	3	55	22	13	10	17

Katze 3

Zeitpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Insulin	3	2	1	1	2	2	2	2	10	17	10	4
	12	12	16	15	11	9	12	7	7	29	14	12
	7	5	4	6	7	5	5	5	12	21	12	11
	5	5	3	2	8	3	0	5	8	28	16	3
Insulin	3	3	2	3	3	3	4	6	10	35	6	5
und Elek-	4	2	2	2	2	3	3	3	13	11	9	7
trostimu-	7	2	5	2	2	4	2	2	7	10	13	4
lation	3	3	3	3	2	3	1	4	10	35	15	8

Tab. 3. Meßgröße Säurekonzentration (ueq/ml $\times 10^{-1}$)

Katze 1

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
19	8	4	4	12	24	12	1	0	806	806	806
0	0	0	0	0	0	0	0	806	501	501	122
77	77	122	122	122	122	77	31	1	312	247	247
0	0	1	0	0	0	0	0	1024	1024	1024	636
Insulin und Elektrostimulation											
8	4	8	12	12	15	12	12	636	806	806	636
247	247	247	247	247	195	195	154	501	636	633	636
0	0	0	0	1	501	501	396	805	636	636	636
0	1	0	0	0	0	0	0	0	806	806	636

Katze 2

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
0	0	0	0	0	0	806	806	806	636	501	501
12	15	122	247	396	636	636	633	636	501	636	501
0	0	0	0	0	0	0	501	396	396	396	396
0	0	0	0	0	0	0	15	636	806	1024	636
Insulin und Elektrostimulation											
247	247	122	97	48	31	24	247	636	636	636	636
97	24	24	8	12	4	312	396	501	636	636	636
0	0	0	0	0	636	1297	1024	247	501	1024	806
0	0	0	0	0	0	0	636	806	636	636	501

Katze 3

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
501	501	501	501	312	312	7	4	396	1024	806	806
472	312	312	312	312	312	312	195	122	636	346	247
38	19	4	1	0	0	1	1	122	636	636	636
0	0	0	0	0	0	0	0	1	501	501	501
Insulin und Elektrostimulation											
1297	312	806	312	247	195	1	247	636	1024	1297	1297
24	24	38	31	19	38	15	195	312	312	312	396
0	0	0	1	3	3	3	1024	1297	1024	806	396
38	15	1	1	0	1	0	0	396	806	806	806

Tab. 4. Meßgröße Säuremenge (ueq x 10⁻¹)

Katze 1

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
10	2	2	2	2	15	6	0	0	4352	1773	242
0	0	0	0	0	0	0	0	1451	501	301	73
46	54	49	209	122	98	31	9	1	2705	420	99
0	0	0	0	0	0	0	0	5632	3072	1126	254
Insulin und Elektrostimulation											
4	2	3	5	7	11	5	10	1590	2418	806	827
49	49	74	99	99	195	77	2705	1844	827	380	254
0	0	0	0	0	401	475	1370	700	1463	1463	636
0	0	0	0	0	0	0	0	3063	1854	806	636

Katze 2

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
0	0	0	0	0	0	3627	3143	967	318	306	200
8	11	122	296	515	2544	954	445	445	401	445	301
0	0	0	0	0	0	0	0	1904	911	713	515
0	0	0	0	0	0	0	30	3180	2902	2662	509
Insulin und Elektrostimulation											
99	86	24	39	19	12	12	618	636	636	700	572
48	15	7	6	2	2	499	2455	2305	1526	1208	572
0	0	0	0	0	1145	1686	1946	960	651	1843	1612
0	0	0	0	0	0	0	3498	1773	827	572	852

Katze 3

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
150	100	50	50	62	62	2	1	396	1741	806	322
296	374	499	468	343	281	374	137	85	1844	890	296
27	10	2	0	0	0	0	0	146	1336	736	700
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1436	802	150
Insulin und Elektrostimulation											
389	94	196	94	74	59	0	148	636	3584	778	649
10	5	8	6	6	11	5	254	343	281	277	277
0	0	0	0	0	1	1	1	717	1276	1331	322
11	5	0	0	0	0	0	396	727	1209	636	645

Tab. 5. Meßgröße Gesamt-Pepsin ($\mu\text{g} \times 10^{-3}$)

Katze 1

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
16	23	6	59	94	545	54	0	0	3586	1250	100
38	7	0	0	22	65	65	77	482	21	277	167
13	11	32	0	0	0	0	0	0	4178	765	122
25	22	22	7	27	15	12	17	6012	1542	482	317
Insulin und Elektrostimulation											
77	56	28	45	40	68	51	71	1955	963	321	271
21	17	87	214	187	514	107	75	1678	1523	668	240
0	60	70	188	425	677	369	733	729	342	715	789
0	0	6	0	0	69	189	68	0	1668	961	1007

Katze 2

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
0	0	0	2	110	74	5981	3803	1080	739	623	986
67	15	75	155	181	1844	161	67	113	163	45	38
22	6	6	0	26	2	16	11	7737	4904	3857	3342
7	60	135	98	91	129	97	2142	2355	1850	1615	429
Insulin und Elektrostimulation											
0	32	0	0	45	0	0	2278	996	1371	1497	2700
0	71	32	0	0	86	2778	5183	3892	2520	2158	1736
0	9	64	173	13	1388	612	937	1183	1699	1967	2572
0	0	0	11	0	0	77	4477	2191	1184	1543	4736

Katze 3

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
55	24	9	2	34	28	141	116	1050	274	771	261
31	13	18	39	0	39	103	15	45	375	97	38
97	29	26	32	0	6	11	97	295	855	655	884
70	129	42	0	43	51	0	65	1886	3240	1331	186
Insulin und Elektrostimulation											
122	193	66	141	170	109	514	1016	2464	2552	97	150
47	0	51	13	85	103	71	1894	1827	716	802	585
0	0	16	56	248	627	11	1327	750	1602	377	1200
55	48	61	61	13	109	3	137	246	1911	242	154

Tab. 6. Meßgröße Säure/Pepsin-Quotient

Katze 1

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
60	10	33	3	8	3	11	0	0	121	142	242
0	0	0	0	0	0	0	0	301	2386	109	44
353	48	153	0	0	0	0	0	0	512	55	88
0	0	1	0	0	0	0	0	94	199	233	80
Insulin und Elektrostimulation											
5	4	11	11	18	16	9	14	81	251	251	229
235	291	85	46	54	38	91	103	161	121	124	106
0	0	0	0	0	59	109	65	188	205	205	185
0	6	0	0	0	0	0	0	0	184	193	63

Katze 2

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
0	0	0	0	0	0	61	83	90	116	48	20
13	71	136	191	284	138	593	664	394	246	989	791
0	0	0	0	0	0	0	0	25	19	18	15
0	0	0	0	0	0	0	1	135	157	165	119
Insulin und Elektrostimulation											
0	27	0	0	43	0	0	27	64	46	47	21
0	0	32	0	0	2	18	57	59	61	56	23
0	0	0	0	0	83	276	208	258	38	94	63
0	0	0	0	0	0	0	78	81	70	37	18

Katze 3

Zeitpunkt											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nur Insulin											
273	417	556	2585	184	127	1	1	83	635	105	124
569	2880	2777	1200	0	720	363	910	189	493	197	780
28	33	6	1	0	0	2	1	50	156	116	79
0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	60	81
Insulin und Elektrostimulation											
319	48	244	66	44	54	0	15	26	140	802	432
21	0	15	47	18	11	6	13	19	37	35	47
0	0	0	0	0	1	5	54	173	83	86	33
21	10	11	1	0	0	0	0	161	114	500	419

Katze 1	Basale			Stimulierte Sekretion									
Zeit (15 min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Insulin	3	7	1	12	15	91	10	0	0	66	57	33	
	6	1	0	0	5	13	13	19	26	2	46	28	
	2	1	8	0	0	0	0	0	0	56	45	28	
	5	4	5	2	9	15	12	17	109	51	44	79	
Insulin + E	15	9	7	11	6	9	13	9	78	32	32	21	
	10	8	29	53	46	51	51	15	31	52	51	18	
	0	15	14	37	35	84	46	61	43	31	31	34	
	0	2	1	0	0	8	39	22	0	44	41	100	

Tab. 7: Meßgröße Pepsin-Konzentration ($\mu\text{g/ml} \times 10^{-2}$) bei Katze 1

Katze 2	Basale				Stimulierte Sekretion							
Zeit (15 min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Insulin	0	0	0	1	33	24	133	97	90	54	103	246
	9	2	7	13	14	46	10	9	16	20	6	6
	3	1	3	0	3	1	5	2	203	213	214	257
	1	8	19	12	18	13	14	107	47	51	62	54
Insulin + E	0	8	0	0	11	0	0	91	99	137	136	300
	0	12	8	0	0	21	173	83	84	105	113	192
	0	4	16	28	4	77	47	49	98	130	109	128
	0	0	0	2	0	0	6	81	99	91	171	278

Tab. 8: Meßgröße Pepsin-Konzentration ($\mu\text{g/ml} \times 10^{-2}$) bei Katze 2

Katze 3	Basale				Stimulierte Sekretion											
	Zeit (15 min)				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Insulin	18	12	9	2	17	25	70	58	105	16	77	65				
	2	1	1	2	0	4	8	2	6	12	7	3				
	13	6	6	5	0	1	2	20	24	40	54	80				
	14	26	14	0	5	17	0	13	235	115	83	62				
Insulin + E	41	64	33	47	56	36	128	169	246	72	16	30				
	12	0	25	6	19	35	23	145	166	84	114	83				
	0	0	3	28	62	31	5	189	75	123	94	120				
	18	16	20	20	6	36	3	34	24	54	16	19				

Tab. 9: Meßgröße Pepsin-Konzentration ($\mu\text{g/ml} \times 10^{-2}$) bei Katze 3

Tab. 10: Schwankungsbreite bei den Meßgrößen für die verschiedenen Versuchstiere

		Min	Max	$\bar{x}$	Basalsekr.		Insulin		I+E	
					Min	Max	Min	Max	Min	Max
Meßgröße I Volumen ml	K I	0.1	7.5	1.038	0.2	0.7	0.1	7.5	0.3	5.4
	K II	0.1	6.2	1.20	0.2	0.7	0.1	5.1	0.2	6.2
	K III	0	3.5	0.73	0.2	1.2	0	2.9	0.1	3.5
Meßgröße II Säurekonz. meq/l	K I	0	102.4	34.14	0	24.7	0	102.4	0	80.6
	K II	0	129.7	46.79	0	24.7	0	102.4	0	129.7
	K III	0	129.7	37.65	0	129.7	0	102.4	0	129.7
Meßgröße III Gesamt-Säure/15 min meq	K I	0	563.2	71.05	0	5.4	0	563.2	0	306.3
	K II	0	362.7	90.75	0	9.9	0	362.7	0	349.8
	K III	0	358.4	44.82	0	38.9	0	184.4	0	358.4
Meßgröße IV Gesamt-Pepsin/15 min ug	K I	0	601.2	48.06	0	7.7	0	601.2	0	1955
	K II	0	7737	1243.4	0	71	0	7737	0	5183
	K III	0	4230	4059	0	193	0	3240	0	297
Meßgröße V Säure/Pepsin- Quotient	K I	0	2386	152.6	0	488	0	2386	0	297
	K II	0	989	136.8	0	270	0	989	0	297
	K III	0	2880	300.7	0	2880	0	2772	0	802
Meßgröße VI Pepsinkonz. ug/l	K I	0	583	763	0	234	0	213	0	340
	K II	0	647	1324	0	564	0	970	0	518
	K III	0	542	879	0	703	0	673	0	834

Tabelle 12: Meßgr88e 1 (Volumen) ml
Zeitverlauf bei den Messungen mit 3 Katzen in jeweils 4 Versuchen bei 2 verschiedenen Versuchsanlagen
(nur Insulin bzw. Insulin mit zusätzlicher Elektrostimulation 30 min im Anschluß an die Insulininjektion)
nur Insulin Insulin und Elektr.

Variationsursachen (Varianzanalyse)																	
Mittelwertverlauf (3 Katzen, 4 Versuche)																	
Meßzeitpunkt:	$\bar{x}$		s^2_x	$\bar{x}$	s^2_x	t-Wert	p	Behandlung	F-Wert	p	Interind.	F-Wert	p	Intrind.	F-Wert	p	
1	59,17	6,68	44,17	4,99	1,799	-	0,1350	3,2341	-	0,0117	0,2379	-	0,0589	1,344	-		
2	56,67	7,32	35,00	4,17	2,572	+	0,2817	6,6157	-	0,0079	0,1383	-	0,0517	0,9718	-		
3	50,83	12,28	33,33	3,55	1,369	-	0,1838	1,8751	-	0,0079	0,0715	-	0,1504	1,5931	-		
4	65,83	15,83	40,00	3,89	1,585	-	0,4004	2,5103	-	0,0729	0,4068	-	0,2438	1,5338	-		
5	66,67	10,03	43,33	7,62	1,853	-	0,3267	3,4331	-	0,0020	0,1765	-	0,1844	1,9762	-		
6	78,33	30,42	60,83	13,17	0,528	-	0,1838	0,2781	-	0,9179	1,4997	-	0,7371	1,1814	-		
7	86,67	35,32	57,50	12,98	0,775	-	0,7876	0,9256	-	2,1057	2,915	-	0,6251	0,7078	-		
8	84,17	31,18	182,50	57,54	-1,502	-	5,8017	2,2578	-	14,7579	9,444	+	0,6878	0,2282	-		
9	188,33	52,42	206,36	46,81	-0,257	-	0,1866	2,8753	-	6,0789	2,511	-	3,3462	1,2582	-		
10	280,00	57,75	216,67	32,14	0,956	-	2,4067	0,9146	-	6,6979	3,000	-	1,4522	0,5192	-		
11	137,50	18,30	131,67	18,66	0,223	-	0,0204	0,0498	-	0,5629	1,494	-	0,5349	1,4388	-		
12	65,00	10,48	112,50	17,06	-2,372	+	1,3538	5,6273	+	0,2263	0,7671	-	0,6104	2,5355	-		
Grenzwerte:	(p = 0,05)				(2,074)				(4,30)				((3,47)				(3,10)

Tabelle 13: Meßgröße 2 (säurekonzentration) meq/l
 Zeitverlauf bei den Messungen mit 3 Katzen in jeweils 4 Versuchen bei 2 verschiedenen Versuchsanlagen
 (nur Insulin bzw. Insulin mit zusätzlicher Elektrostimulation 30 min im Anschluß an die Insulininjektion)

nur Insulin										Insulin und Elektr.									
Meßzeit- punkt	$\bar{x}$	Mittelwertsverlauf (3 Katzen, 4 Versuche)				-p	Behandlung				Variationsursachen				(Varianzanalyse)				
		s_x^2	$\bar{x}$	s_x^2	t-Wert		s_x^2	$\bar{x}$	F-Wert	p	Interind. F-Wert	Intraind. F	p						
1	745,00	438,04	1631,67	1064,67	-0,770	-	552,02	0,417	-	1070,99	0,827	-	1419,96	1,074	-				
2	776,67	462,65	728,33	344,99	0,084	-	72,8117	0,2605	-	251,2665	0,945	-	263,252	0,9982	-				
3	888,33	463,39	1038,33	673,21	-0,184	-	23,1429	0,0385	-	658,449	1,223	-	506,119	0,8846	-				
4	989,17	482,14	590,83	310,23	0,695	-	408,9072	1,6604	-	67,412	0,230	-	215,9642	0,7889	-				
5	961,67	440,00	490,83	269,78	0,912	-	760,1225	4,1991	-	130,765	0,565	-	228,3366	1,0763	-				
6	1171,67	583,81	1349,17	625,09	-0,208	-	474,4163	0,8921	-	437,319	0,806	-	462,039	0,8425	-				
7	1543,33	812,68	1966,67	1102,82	-0,309	-	0,2173	0,0001	-	4643,122	5,074	+	768,1368	0,5083	-				
8	1407,50	805,11	3609,17	1043,03	-1,671	-	2189,9067	1,8836	-	2697,307	2,628	-	701,6561	0,5257	-				
9	4209,17	1054,71	6158,18	874,17	-1,423	-	1349,4223	1,2756	-	1036,346	0,964	-	241,4321	0,1995	-				
10	6482,50	659,62	7049,17	586,46	-0,642	-	192,6667	0,4122	-	473,575	1,044	-	1133,3406	3,2033	+				
11	6428,33	686,41	7600,83	660,52	-1,231	-	824,8537	1,5150	-	69,758	0,116	-	869,0626	1,7047	-				
12	5029,17	630,28	6681,67	682,98	-1,778	-	1638,4537	3,1616	-	171,302	0,283	-	1397,3393	3,1587	+				
Grenz- werte	(p = 0,05)				(2,074)				(4,30)				(3,47)				(3,10)		

Tabelle 14: Meßgr88e 3 (Gesamtsäuremenge) meq
 Zeitverlauf bei den Messungen mit 3 Katzen in jeweils 4 Versuchen bei 2 verschiedenen Versuchsanlagen
 (nur Insulin bzw. Insulin mit zusätzlicher Elektrostimulation 30 min im Anschluß an die Insulininjektion)

Variationsursachen (Varianzanalyse)															
Meßzeit- punkt	Mittelwertsverlauf (3 Katzen, 4 Versuche)				t-Wert	p	Behandlung	F-Wert	p	Interind.	F-Wert	p	Intrind.	F-Wert	p
	$\bar{x}$	$s^2_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s^2_{\bar{x}}$											
1	447,50	259,80	508,33	319,87	- 0,148	-	0,1795	0,0011	-	198,63	1,437	-	69,64	0,398	-
2	459,17	311,06	213,33	100,95	0,752	-	98,6638	0,9693	-	72,858	0,679	-	29,0103	0,2321	-
3	603,33	412,96	230,83	139,54	0,855	-	166,5075	0,8285	-	160,395	0,779	-	150,7021	0,7243	-
4	852,50	447,88	206,67	107,02	1,402	-	726,9819	4,2853	-	58,241	0,218	-	467,8560	2,2906	-
5	874,17	484,57	177,50	95,27	1,411	-	1032,4025	3,9253	-	165,337	0,6315	-	380,5933	1,7396	-
6	2500,00	2098,80	1530,83	966,29	0,419	-	5037,6861	1,0240	-	9474,139	2,310	-	4250,9838	0,8415	-
7	4161,67	3031,12	2255,83	1714,30	0,570	-	8365,5372	0,8099	-	25235,87	3,392	-	1494,2049	0,1271	-
8	3138,33	2598,71	8498,33	3325,46	-1,270	-	9558,3452	0,6849	-	49559,83	5,793	+	6923,8124	0,4543	-
9	11839,00	4928,00	12134,00	2493,00	-0,053	-	2251,7716	0,1204	-	45196,52	3,045	-	35722,8946	2,4250	-
10	17601	3549	16402	3178	0,252	-	862,8004	0,0634	-	32505,226	2,899	-	25712,9515	2,3031	-
11	9168,33	1973,64	9882,40	1535,46	-0,286	-	306,0204	0,0816	-	2953,128	0,806	-	5423,5949	1,6294	-
12	3050,83	536,55	7295,83	1217,1	-3,191	-	10812,015	10,181	-	980,208	0,6392	-	2603,3056	1,9755	-
Grenz- werte:	(p = 0,05)				(2,074)		(4,30)		(3,47)		(3,10)		(3,10)		

Tabelle 15: Meßgröße 4 (Gesamtpepsin) 4
Zeitverlauf bei den Messungen mit 3 Katzen in jeweils 4 Versuchen bei 2 verschiedenen Versuchsanlagen
(nur Insulin bzw. Insulin mit zusätzlicher Elektrostimulation 30 min im Anschluß an die Insulininjektion)
nur Insulin Insulin und Elektr.

Meßzeit- punkt:	Mittelwertsverlauf (3 Katzen, 4 Versuche)				Variationsursachen (Varianzanalyse)												
	$\bar{x}$	s_x^2	$\bar{x}$	s_x^2	t-Wert	P	Behandlung	F-Wert	P	Interind.	F-Wert	P	Intraind.	F-Wert	P		
1	367,50	85,30	268,33	116,28	0,688	-	20,3133	2,049	-	26,036	3,162	-	7,110	0,619	-		
2	282,50	101,85	411,67	156,79	-0,691	-	28,6802	1,3410	-	41,992	2,165	-	22,5032	1,0402	-		
3	309,17	112,83	393,33	88,26	-0,588	-	5,1005	0,4355	-	11,348	0,999	-	7,0829	0,5822	-		
4	328,33	142,42	751,67	234,07	-1,545	-	110,0400	2,3570	-	46,411	0,906	-	53,8067	1,0779	-		
5	515,00	157,98	996,67	382,39	-1,164	-	185,6022	1,6910	-	48,909	0,398	-	132,9395	1,2063	-		
6	2350,83	1524,92	2654,17	1186,34	-0,157	-	201,6477	0,0815	-	4658,62	2,214	-	1788,456	0,7269	-		
7	5534,17	4936,77	3992,50	2243,36	0,284	-	2736,2333	0,1372	-	37439,85	2,196	-	16336,72	0,8346	-		
8	5342	3445	151,63	4949,40	-1,627	-	41793,1879	1,7666	-	100121,66	6,045	+	6253,677	0,227	-		
9	17546	7322	16284	3071	0,159	-	11925,0010	0,3072	-	40975,55	1,105	-	16423,803	0,399	-		
10	17717	5078	15080	1884	0,487	-	4171,2067	0,2369	-	2257,59	0,123	-	20628,970	1,2518	-		
11	9807,50	2963,74	9456,67	1995,03	0,098	-	73,8504	0,0096	-	29749,45	5,729	+	6212,9382	0,8288	-		
12	5717	2674	13456	4010	-1,606	-	35936,8204	2,5784	-	73822,313	7,953	+	11880,5393	0,7742	-		
Grenz- werte:	(p = 0,05)				(2,074)				(4,30)				(3,47)			(3,10)	

Tabelle 16: Meßgröße 5 (Säurepepsin-Quotient)

Zeitverlauf bei den Messungen mit 3 Katzen in jeweils 4 Versuchen bei 2 verschiedenen Versuchsanlagen (nur Insulin bzw. Insulin mit zusätzlicher Elektrostimulation 30 min im Anschluß an die Insulininjektion)

Variationsursachen (Varianzanalyse)															
nur Insulin Insulin und Elektr.															
Mittelwertsverlauf (3 Katzen, 4 Versuche)															
Meßzeit- punkt:	$\bar{x}$	s_x^2	$\bar{x}$	s_x^2	t-Wert	p	Behandlung	F-Wert	p	Interind.	F-Wert	p	Intraind.	F-Wert	p
1	1530,0	884,27	751,25	448,69	0,785	-	700,8025	0,8626	-	271,79	0,297	-	217,66	0,2118	-
2	3544,55	2581,52	649,00	326,58	1,111	-	10027,7143	1,7567	-	4378,65	0,684	-	4390,364	0,6624	-
3	3349,06	2488,23	852,73	222,48	1,119	-	6884,5155	1,2317	-	4561,80	0,770	-	2655,162	0,3956	-
4	3545,45	2402,00	171,00	80,82	1,402	-	13905,4410	2,3603	-	7605,56	1,006	-	1515,25	0,164	-
5	476,00	319,58	153,64	64,16	0,989	-	292,3443	4,2349	-	112,38	1,190	-	60,066	0,5659	-
6	898,18	650,06	239,09	88,72	1,005	-	1222,6538	3,8710	-	280,45	0,661	-	257,804	0,6002	-
7	937,27	595,92	467,27	257,23	0,724	-	312,8514	0,9322	-	407,923	1,280	-	429,439	1,3652	-
8	1660,00	1054,27	520,00	170,07	1,068	-	1721,6327	2,8413	-	125,268	0,164	-	1037,764	1,7561	-
9	1316,00	405,66	943,64	194,30	0,828	-	133,1210	1,4063	-	79,010	0,800	-	163,223	1,9384	-
10	3855,83	1854,51	1153,33	205,69	1,418	-	1483,1037	2,0112	-	2465,452	1,093	-	2674,798	1,2078	-
11	2463,33	968,39	2025,00	664,55	0,373	-	115,2817	0,1393	-	645,51	0,796	-	780,392	0,9766	-
12	2052,50	800,64	1430,83	446,60	0,678	-	231,8817	0,4598	-	339,57	0,670	-	549,314	1,1352	-
Grenzwerte: (p = 0,05)															
						(2,074)					(4,30)			(3,47)	(3,10)

Tabelle 17: Varianzanalysen bei 5 Meßgrößen zur Ermittlung der Relevanz verschiedener Variationsursachen (gemessen mit dem Durchschnittsquadrat)

Meßgröße	12 Meßzeitpunkte				2 Behandlungen				3 Katzen				4 Wiederholungsmessungen			
	D Q	F-Wert	p		D Q	F-Wert	p		D Q	F-Wert	p		D Q	F-Wert	p	
1 Volumen	10,4332	11,756	+		0,2647	0,2101	-		5,062	4,1175	+		0,9013	0,7155	-	
2 Säurekonzentration	9397,85	13,37	+		329,09	0,2831	-		2781,64	2,4340	-		3097,72	2,7405	+	
3 Gesamtsäuremenge	54213,85	8,488	+		2123,44	0,2342	-		35940	4,104	+		75411,2	9,3566	+	
4 Gesamtpepsin	88790,08	8,0608	+		11460,76	0,7909	-		173095	13,13	+		9357,83	0,6435	-	
5 Säurepepsinquotient	1337,67	0,7514	-		24006,0	14,686	+		5,442	3,1745	+		7840,98	4,7378	+	
Grenzwerte	F (11; 274; p = 0,05) = 1,84				F (1; 284; p = 0,05) = 3,87				F (2; 283; p = 0,05) = 3,03				F (3; 282; p = 0,05) = 2,63			

Literatur

1. BISCHKO, J.:
Einführung in die Akupunktur, K. F. Haug-Verlag,
Heidelberg 1977
2. BRÜCKNER, W. L., LOEWENECK, H., BRENDLEIN, F., HOLLE, F.:
Gastric secretion following sympathectomy in cats,
Brit. J. Surg. 58 (1971) 297 pp
3. DIXON, W. J. (Edit.):
Biomedical Computer Programs, HSCF, Department of
Biomathematical School of Medicine, University of
California, Los Angeles 1968
4. DOPFER-HUCHATZ, S.:
Einfluß der Elektrostimulation auf den pH-, rH- und
r-Wert im Blut. Tierexperimentelle Untersuchung an
Katzen.
Dissert., Medizinische Fakultät der LMU, München 1978
5. DREXEL, H.:
Vorlesung zur Physikalischen Medizin
Universität München, SS 1979
6. HOLLE, F.:
Spezielle Magen Chirurgie
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1968
7. KAMFIK, G.:
Zuverlässige Hilfe bei Singultus durch Ohrakupunktur
Akupunktur, Theorie und Praxis 3
Uelzen 1975

8. KLEINSCHMIDT, J.:
Statistik und Datenverarbeitung im Rahmen der
Institutsaufgaben.
Z. angew. Bäder- und Klimaheilk. 24 (1977) 141 ff
9. KÖNIG, G., WANCURA, J.:
Neue chinesische Akupunktur
W. Mandrich-Verlag, Wien-München-Bern 1975
10. NICKEL, R., SCHUMMER, A., SEIFERLE, E.
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere IV
Parey-Verlag, Berlin-Hamburg 1975
11. OTT, E.:
Zur Einsparung von Narkosemitteln bei Elektrostimulation. Vortrag am Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der LMU, 23. 11. 1978
12. PAVLOV, I.P., SHUMER-SIMANOVSKI:
Innervation der Magendrüsen beim Hund
Arch. f. Anat. u. Physiol. 1895
13. REIN, H., SCHNEIDER, M.:
Physiologie des Menschen
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1977
14. ROTHFELDER, U.:
Der Einfluß einseitiger Splanchnikotomie auf die
kephale und antrale Phase der Magensekretion. Tier-
experimentelle Untersuchungen an Katzen. Dissert.,
Medizinische Fakultät der LMU, München 1975
15. SZABOLCS, J.:
Tierexperimentelle Untersuchungen zum Einfluß der
Elektrostimulation des Katzenohres auf die Penta-
gastrin-stimulierte Magensekretion, Diss. München
(in Vorbereitung)

Herrn Professor Dr. F. Holle danke ich für die mir bereitwillig gewährte Arbeitsmöglichkeit in seiner Klinik.

Herrn Professor Dr. W. L. Brückner danke ich besonders für die Überlassung des Themas, sowie für die jederzeit gewährte Unterstützung bei Versuchen, Operationen und Auswertungen.

Herzlich bedanke ich mich auch bei Herrn Dr. J. Kleinschmidt für die hilfreiche Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

L e b e n s l a u f

Am 27. August 1950 wurde ich als achtes Kind meiner Eltern Kho Joe Sien und seiner Ehefrau Liem Djoen Seng in Madiun/Indonesien geboren.

1956 wurde ich in die Volksschule Sumbawa eingeschult und besuchte anschließend die Staatliche Oberschule in Jakarta, wo ich im Dezember 1972 das Abitur ablegte.

Im Wintersemester 1973/74 besuchte ich das Studienkolleg in München.

Im Wintersemester 1974/75 begann ich mit dem Studium der Humanmedizin an der Universität München, welches ich im Juni 1981 mit dem Staatsexamen abschloß.





